Գաղափարագործություն

Հայկական Տեսություն

Հայկական Հարաբերականության Հատուկ Տեսություն

Միաչափ Գոյերի Հարաբերական Շարժման Տեսություն

(Ազատ Շարժում)

Ռոբերտ Նազարյան
Հայկ Նազարյան

Նվիրվում է Մեր Շուշիի Ազատագրման 20 Ամյակին

21 Դեկտեմբերի 2012թ.
Արիվան

100 Տարվա Հավատաքննությունը Գիտության Մեջ Ավարտվեց
և Գիտության Մեջ Սկսվեց Հայկական Հեղափոխությունը:
Փետրվար - 2007թ.

«Քննադատություններից խուսափելու միայն մեկ ճանապարհ կա.
չանել ոչինչ, չասել ոչինչ և լինել ոչինչ:» *Արիստոտել*

«Բոլոր ճշմարտությունների ընդունումը անցնում է հետևյալ երեք փուլերով:
Առաջին փուլ՝ արժանանում է համընդհանուր ծաղրանքի,
Երկրորդ փուլ՝ հանդիպում է մոլեգին ընդդիմության,
Երրորդ փուլ՝ այն ընդունվում է որպես ինքնըստինքյան ակնհայտ փաստ:»
Արթուր Շոպենհաուեր, Գերմանացի իմաստասեր, 1788-1860

Կեցցե՛ Հայկական Գիտության Վերածնունդը

Եթե մենք խորությամբ վերլուծենք Երկիր մոլորակի պատմությունը և մարդկության պատմությունը, հատկապես Արորդիների ցեղի պատմությունը, ապա կհամոզվենք որ այն ամենը ինչ մենք երբևէ սովորել ենք - *միայն մեծ կեղծիք է* : Բոլոր պատմության և անգամ գիտության գրքերը գրված են այնպես, որպեսզի դրանք ծառայեն Երկիր մոլորակի «հսկիչների» ծրագրերին: Կեղծիքն ու սուտը տարածված են ամենուրեք և այժմ էլ տարածվում են: Շատ-շատ մարդիկ դեռ պատրաստ չեն ընդունելու այս ճշմարտությունը: Բայց մարդկությունը, ժամանակ առ ժամանակ, Արորդիների ցեղի առաջնորդությամբ պատռում է մարդկության մտածողության վրա դրված զսպաշապիկը և ըմբոշխնում է ճշմարտության լույսը: Եվ դա հիմնականում կատարվում է տրամաբանական գիտությունների միջոցով: Ահա այդպիսի նպատակ ունի այս գիրքը և հատկապես «*Հայկական Տեսություն* » հիմնարար աշխատությունը, որը կօգնի մարդկությանը վերջնականապես ազատագրվելու չարի ու կեղծիքի ճիրաններից: Եվ մենք ունեցանք բավական Արիություն և Կամք մարտահրավեր նետելու և ապացուցելու «բարձյալներին», որ մարդկությունը Արորդիների ցեղի առաջնորդությամբ իրավունք ունի գոյատևելու և պատրաստ է մտնելու տիեզերական զարգացման հաջորդ փուլը:

Մենք կոչ ենք անում Հայ ֆիզիկոսներին, մաթեմատիկոսներին և ընդհանրապես բոլոր Հայ ազգային մտավորականությանը միանալ գիտության մեջ մեր սկսած Հայկական Հեղափոխությանը և նորից վերագրել ողջ մարդկության ծագման ու զարգացման պատմությունը: *Մենք նորից պետք է Արարենք կորսված Արարչաշունչը*:

<u>Երկրորդ հրատարակման մասին</u>

Այս գիտական աշխատությունը մենք ավարտեցինք և անմիջապես գրանցեցինք ԱՄՆ-ի Կոնգրեսի Գրադարանին կից ԱՄՆ-ի Հեղինակային Իրավունքների գրանցման գրասենյակում 21 Դեկտեմբերի 2012թ., ճիշտ այն օրը երբ բոլոր հոգու առևտրականները գուժում էին Երկիր մոլորակի կործանումը: Իսկ այս գրքի լույս ընծայմամբ մենք ավետեցինք Աշխարհին Հայկական նոր դարաշրջանի մասին, զերծ ամեն տեսակ մարմնական և հոգեկան հիվանդություններից:

Մեր աշխատությունը գրքի տեսքով առաջին անգամ մենք հրատարակեցինք Հայաստանում 2013թ. Հունիսին:

Մեր աշխատության այս երկրորդ հրատարակումը (2021թ. Նոյեմբեր) նպատակ ունի մեկ անգամ ևս ազդարարել կատարված գիտական հեղաշրջման մասին և կորուստից փրկել այս աշխատությունը, որովհետև մեր ցեղային թշնամական դավադիր ու հզոր ուժեր համակարգված լռում են և դարանակալած սպասում հարմար պահի սեփականացնելու այն և խլելու Հայ ազգի ԱրԱրչաստեղծ լինելու ապացույցը: Բուն գիտական աշխատությունը մենք թողել ենք նույնը, այսինքն աշխատության մեջ մենք ոչ մի փոփոխություն կամ բարեփոխում չենք կատարել որպեսզի այն մնա իր նախնական տեսքին:

Ինչպես նաև տեսնում եք մեր այս գրքի առաջին էջից, որ այն նվիրված էր մեր առասպելական Շուշի քաղաքի ազատագրման 20 ամյակին... Եվ հազար անեծք բոլոր նրանց ովքեր մեր ծաղկուն բերդաքաղաքը համարեցին խեղճ ու դժգույն և ինչպես 100 տարի առաջ մեր Կարս ամրոցաքաղաքը, այդպես էլ մեր անառիկ Շուշին առանց մարտի հանձնեցին մեր անագորույն թշնամուն:

Armenian Theory Of Special Relativity

(One Dimensional Free Movement)

Robert Nazaryan
Haik Nazaryan

This book was dedicated to the 20th anniversary of the liberation of the Armenian legendary city of Shushi

Abstract

By using the principle of relativity (first postulate), together with new defined nature of the universal speed (our second postulate) and homogeneity of time-space (our third postulate), we derive the most general transformation equation of relativity in one dimensional space. According to our new second postulate, the universal (not limited) speed C in Armenian Theory of Special Relativity is not the actual speed of light but it is the speed of time which is the same in all inertial systems. Our third postulate - the homogeneity of time-space is necessary to furnish linear transformation equations. We also state that there is no need to postulate the isotropy of space. Our book is the accumulation of all efforts from physicists to fix the Lorentz transformation equations and build correct and more general transformation equations of relativity which obey the rules of logic and fundamental group laws, without internal philosophical and physical inconsistencies.

100 Years Of Inquisition In Physics Is Now Over And Armenian Revolution In Science Has Begun! February - 2007

Գրքի հեղինակային իրավունքները.
TXu 1-843-370, 21 Դեկտեմբերի 2012թ., ԱՄՆ, (Copyright Office)
284664204, 21 Դեկտեմբերի 2012թ., ՄԲԹ, (Copyright Witness|)
Հավերժության գծանկարի իրավունքը.
VAu 1-127-428, 29 Դեկտեմբերի 2012թ., ԱՄՆ, (Copyright Office)
Գրքի միջազգային համարը (ISBN).
978-1-4675-6080-1, 21 Դեկտեմբերի 2012թ., ԱՄՆ, (Publisher Services)

Բովանդակություն

Հղումներ

1. *Edwards W F, "Special relativity in anisotropic space", Am. J. Phys. 31 482-90, 1963*

2. *Jean-Marc Levy-Leblond, "One more derivation of the Lorentz transformation", Universite Paris, 1975*

3. *Jian Qi Shen, "Lorentz, Edwards transformations and the principle of permutation invariance", Peoples Republic of China, 2008*

4. *Shan Gao, "Relativiti Without Light: aFurther suggestion", University of Sydney*

5. *Stephenson and Kilminster, "Special relativity for Physicists", London, 1958*

6. *Vittorio Berzi and Vittorio Gorini, "Reciprocity Principle and the Lorentz Transformations", (Journal of Mathematical Physics), Volume 10, Number 8, August 1969*

Մի խնդրանք մեր գրքի հարգարժան ընթերցողներին: Շարադրման մեջ տպագրական կամ շարահյուսական վրիպումներ հայտնաբերելու դեպքում, խնդրում ենք տեղյակ պահել մեզ հետևյալ էլեկտրոնային փոստով՝ info@atr.am: Իսկ եթե դուք հայտնաբերեք իմաստասիրական կամ մաթեմատիկական սայթաքումներ, ապա ներող եղեք: Դա միմիայն մեր մեղքն է և ոչ թե Հայկական Տեսության կամ առավել ևս նորին մեծություն Մաթեմատիկայի, ում հետ մեր հաղորդակցությունը գուցե այդ պահին թուլացել էր:

Նախաբան

Եթե դուք խիստ ցանկություն ունեք մեղադրելու ինչ որ մեկին,
ապա մի մեղադրեք մեզ, այլ մեղադրանք կարդացեք մաթեմատիկային:
Մենք նրա խոսնակներն ենք միայն:

«Միաչափ Գոյերի Հարաբերական Շարժման Տեսություն - Ազատ Շարժում» գիրքը հանդիսանում է մեր հիմնարար «Հայկական Տեսություն» աշխատության միայն մեկ ենթաբաժինը: Այս ենթաբաժինը առանձնացնելով հիմնական աշխատությունից և վերախմբագրելով որպես առանձին ինքնուրույն գիրք, մենք նվիրեցինք այն մեր առասպելական Շուշիի ազատագրման 20 ամյակին:

Այս գրքում, որպես նոր հեղափոխական մոտեցում, մենք ներկայացնում ենք միաչափ ֆիզիկական տարածության մեջ հարաբերական շարժման ձևափոխության հավասարումների արտածման Հայկական տարբերակը: Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության կառուցման համար մենք ղեկավարվել ենք միայն ամենաընդհանուր տրամաբանական մտածողությամբ և մաթեմատիկական հասկացողություններով, առանց սահմանափակման:

Այս գրքում մենք փորձել ենք համախմբել և ուղղորդել բոլոր այն գիտնականների ջանքերը և լավագույն արդյունքները, որոնք մոտ հարյուր տարի, տարբեր ճանապարհներով, փորձել են թոթափել մեզ պարտադրված կեղծ գիտական աշխարհահայացքը:[1],[2],[3],[4],[6]

Մի կարևոր հանգամանք ևս՝ Հայկական Տեսության արահետով շարժվելու համար անհրաժեշտ է որ մենք լիովին թոթափենք մեր գիտակցությունը խեղող զսպաշապիկը և ունենանք բարոյակամային հետևյալ երեք հատկությունները: Մենք պարտավոր ենք լինել Արի, պարտավոր ենք լինել Ազնիվ և վերջապես անհրաժեշտ է որ մենք լինենք Անկեղծ:

Այս գրքում մենք այնքան հանգամանորեն ենք շարադրել Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության նոր գաղափարները և մանրամասն արտածել բոլոր բանաձևերը, որ այն ավելի շատ դասագիրք է քան թե գիտական աշխատություն: Մենք ցանկացել ենք առավելագույնս դյուրացնել բանաձևերի արտածումը, որպեսզի ընթերցողը իր ուշադրությունը ավելի շատ բևեռի հիմնական գաղափարների և նոր մոտեցումների վրա:

Այստեղ դուք կհանդիպեք զարմանահրաշ նոր գաղափարների և հատկապես այնպիսի չնաշխարհիկ բանաձևերի, որ Աշխարհը դեռ չի տեսել: Երանի՛ ձեր աչքերին որ դուք առաջինն եք ըմբոշխնելու այս կենարար լույսը: Օգտագործեք ձեր ողջ երևակայությունը, որպեսզի պատկերացնեք թե ի՞նչ նոր գաղափարների և գեղեցիկ բանաձևերի դուք կհանդիպեք, երբ մենք հրապարակենք մեր «*Եռաչափ Գոյերի Հայկական Հարաբերականության Ընդհանուր Տեսություն* » աշխատությունը:

Մեր հորդորն է ընթերցողներին, որպեսզի դուք չկրկնեք նախորդ ֆիզիկոսների սխալը և չփորձեք հապճեպ կառուցել արհեստական բանաձևեր եռաչափ տարածության համար, օգտագործելով միաչափ տարածության համար մեր արտածած բանաձևերը: Տրամաբանության օրենքը այդպես չի աշխատում: Պարզապես ամբողջությամբ յուրացրեք այս գիրքը և սպասեք մեր հաջորդ հրապարակումներին: Իսկ անհամբեր ընթերցողների համար (հավելված 2)-ում, համենայն դեպս, մենք տրամադրել ենք բավական շատ և արժեքավոր բանաձևեր մեր հաջորդ՝ «Հայկական Հարաբերականության Մեքանիկայի Տեսություն» գրքից:

Հայկական ձևափոխության հավասարումների մեջ նոր ներմուծված գործակիցների համար «s» և «g» տառանշանների ընտրությունը պատահականության արդյունք չէ, այլ այն կանխամտածված քայլ է: Որովհետև Հայկական տեսության մեջ s գործակիցը բնութագրում է ժամանակ-տարածության ներքին ուղղորդվածությունը (*spin*), իսկ g գործակիցը դա նույնպես ժամանակի և տարածության երկրաչափությունը բնութագրող մեկ այլ մեծությունն է (metric):

Վերոնշյալ s և g գործակիցներով բնութագրվող տարածությունը մենք անվանում ենք Հայկական Տարածություն:

Կարող է նաև հարց առաջանալ թե ինչո՞ւ ենք մենք մեր նոր ստացած հարաբերականության տեսության ձևափոխության հավասարումները կոչում - «Հայկական Ձևափոխության Հավասարումներ»: Պատասխանը շատ պարզ է: Այս գիտական աշխատությունը գրվել է Հայերեն, կատարվել է Հայ գիտնականի կողմից 1968 թվականից սկսած, որը տարբեր ընդմիջումներով տևել է մոտ 40 տարի և դեռ շարունակվում է: Այս հետազոտությունը զուտ Հայկական մտքի արգասիքն է և որը բեղմնավորվել է Արորդիների Սրբազան Հայրենիքում՝ Հայաստանում: Հետևաբար մենք լրիվ բարոյական իրավունք ունենք այս նոր արտածված ձևափոխության հավասարումները կոչելու՝ հարաբերականության տեսության Հայկական Ձևափոխության Հավասարումներ, իսկ տեսությունը՝ Հայկական Հարաբերականության Տեսություն:

Կեցցե՛ Արորդիների Հայրենիք Հայաստանը

1 - Միաչափ Գոյերի Հարաբերական Շարժման Նկարագրում

Դասական մեքանիկայից հայտնի է որ միաչափ Գոյերի հարաբերական շարժման Գալիլեյան ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները ունեն հետևյալ տեսքը.

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ	
$\begin{cases} t' = t \\ x' = x - vt \end{cases}$	և	$\begin{cases} t = t' \\ x = x' - v't' = x' + vt' \end{cases}$	1-Ա

$(1-\text{Ա})$-ով տրված Գալիլեյան ձևափոխության հավասարումներից հետևում է որ ժամանակը ունի բացարձակ բնույթ և կախված չէ ոչ իներցիալ համակարգերի իրար նկատմամբ ունեցած հարաբերական արագությունից և ոչ էլ տարածական առանցքաբերից: Այսինքն ժամանակը և տարածությունը իրարից անկախ բնույթի ֆիզիկական երևույթներ են:

Բայց Լորենցի հարաբերականության տեսությունը քանդեց ժամանակի բնույթի մասին մեր ունեցած այս կարծրացած պատկերացումները և ապացուցեց, որ ժամանակը և տարածությունը ոչ թե իրարից անկախ, տարբեր բնույթի ֆիզիկական երևույթներ են, այլ դրանք շաղկապված են իրար հետ և հանդիսանում են մեկ ֆիզիկական երևույթի տարբեր կողմերը: Հետևաբար ժամանակը չունի բացարձակ բնույթ և ժամանակատարածության ձևափոխության հավասարումների մեջ ժամանակը կախված պետք է լինի նաև տարածական առանցքաբերից, ինչպես նաև այն կախված պետք է լինի երկու իներցիալ համակարգերի հարաբերական արագությունից:

Այս գրքում մենք կփորձենք մի քանի քայլ առաջ անցնել Լորենցի հարաբերականության տեսությունից և կարտածենք հարաբերականության հատուկ տեսության Հայկական ձևափոխության հավասարումները՝ ամենաճշգրիտ հավասարումները, միաչափ ֆիզիկական տարածության համար, ղեկավարվելով միայն տրամաբանության օրենքներով:

Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության ամենաճշգրիտ հավասարումները արտածելու համար մենք օգտվելու ենք հարաբերական շարժման մեր հետևյալ երեք հիմնադրույթներից.

1. *Բնության երևույթները և ֆիզիկայի օրենքները բոլոր իներցիալ համակարգերում իրար համարժեք են, այսինքն այդ երևույթները և օրենքները նկարագրվում են միևնույն մաթեմատիկական ֆունկցիաներով:*
2. *Բոլոր իներցիալ համակարգերում, անշարժ Գոյերի համար, ժամանակը շարժվում է միևնույն տիեզերական հաստատուն արագությամբ, որը և մենք կնշանակենք c տառով:* 1-Բ
3. *Բոլոր իներցիալ համակարգերում ժամանակը և տարածությունը համասեռ են (հատուկ տեսություն):*

Հայկական հարաբերականության տեսության $(1-\text{Բ})$-ով տրված հիմնադրույթները շատ չեն տարբերվում ավանդական Լորենցյան հարաբերականության տեսության հիմնադրույթներից: Հայկական Հարաբերականության Տեսության առաջին հիմնադրույթը համարյա համընկնում է Լորենցի հարաբերականության տեսության առաջին հիմնադրույթի հետ, բայց մեր երկրորդ հիմնադրույթը բոլորովին նոր մեկնաբանություն է տալիս թե ինչ ֆիզիկական իմաստ ունի տիեզերական c արագությունը:

Ի տարբերություն Լորենցի հարաբերականության տեսության, որը լույսի տարածման երևույթը և լույսի շարժման արագությունը բարձրացրել է կուռքի աստիճանի[2], [4], մենք հայտարարում ենք, որ այդ տիեզերական հաստատուն արագությունը ոչ մի կապ չունի լույսի տարածման արագության հետ, այլ այն պարզապես ժամանակի շարժման արագությունն է Տիեզերքում և որը ունի նույն արժեքը բոլոր իներցիալ համակարգերում: Իսկ մյուս մարմինները կարող են շարժվել այդ տիեզերական արագությունից ինչպես դանդաղ նույնպես և արագ, կախված ժամանակատարածության երկրաչափական կառուցվածքից: Բացի դրանից մենք այդ տիեզերական հաստատուն արագությունը կոչում ենք նաև Փոքր և Մեծ աշխարհները իրար հետ կապող եզրային արագություն: Իսկ ժամանակատարածային միջավայրի համասեռության գաղափարը մենք ընդունել ենք որպես երրորդ հիմնադրույթ հարաբերականության հատուկ տեսության կառուցման համար, որի անհրաժեշտությունը կվերանա հարաբերականության ընդհանուր տեսության ստեղծման ժամանակ:

Ընդգծում 1-1 - *Մեր* $(1-\text{Բ})$*-ով տրված հիմնադրույթների մեջ չկա տարածության համասեռության անհրաժեշտության մասին որևէ պնդում*[1], [3]*: Մենք առկախել ենք այն, որովհետև իներցիալ համակարգերը, ամենաընդհանուր դեպքում, կարող են ունենալ ներքին գերապատվելի ուղղություն և որը կարող է շատ կարևոր դեր կատարել հարաբերական շարժման ձևափոխության հավասարումների մեջ: Այս փաստի առկայությունը լավագույնս ցուցադրվում է եռաչափ տարածության մեջ:*

Բացի $(1-Բ)$-ով տրված երեք հիմնադրույթներից, հանուն պարզության, մենք ընդունում ենք նաև որ բոլոր իներցիալ համակարգերը պետք է բավարարեն սկզբնական վիճակի հետևյալ պայմանին:

Երբ $t = t' = t'' = \ldots = 0$ *Ապա բոլոր իներցիալ համակարգերի սկզբնակետերը համընկնում են իրար հետ տարածության* 0 *կետում:*	1-Գ

Այժմ օգտվելով $(1-Բ)$-ով տրված երեք հիմնադրույթներից և $(1-Գ)$-ով տրված սկզբնական վիճակի պայմանից արտածենք Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ամենաընդհանուր ձևափոխության հավասարումները:

Դրա համար ենթադրենք որ ունենք երկու կամայական K' և K իներցիալ համակարգեր, որտեղ K' իներցիալ համակարգը K իներցիալ համակարգի դրական x առանցքի ուղղությամբ շարժվում է v հաստատուն արագությամբ, իսկ K իներցիալ համակարգը K' իներցիալ համակարգի նկատմամբ շարժվում է v' հաստատուն արագությամբ: Որտեղ, ամենաընդհանուր դեպքում, համաձայն (ընդգծում 1-1)-ի, տարածությունը համաուղղորդված չէ և հետևաբար v' հակադարձ հարաբերական արագության բացարձակ մեծությունը կարող է հավասար չլինել v ուղիղ հարաբերական արագության բացարձակ մեծությանը: Այսինքն ամենաընդհանուր դեպքում ճիշտ է հետևյալ պնդումը.

$$\boxed{|v'| \neq |v|} \qquad \text{1-Դ}$$

Այսպիսով երկու կամայական K' և K իներցիալ համակարգերի առանցքաբավերի միջև ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները, ամենաընդհանուր դեպքում կունենան հետևյալ կախվածությունը.

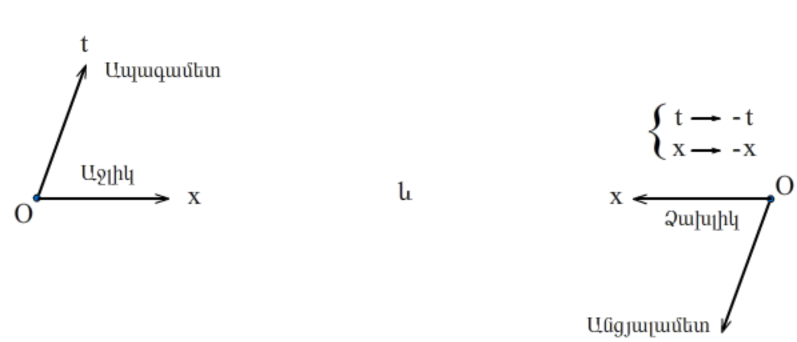
Ուղիղ ձևափոխություններ և Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} t' = t'(t,x,v) \\ x' = x'(t,x,v) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} t = t(t',x',v') \\ x = x(t',x',v') \end{cases} \qquad \text{1-Ե}$$

Ընդգծում 1-2 - *Եթե մենք օգտվենք* $(1-Բ)$*-ի երրորդ հիմնադրույթից, համաձայն որի հարաբերականության հատուկ տեսության մեջ բոլոր իներցիալ համակարգերում ժամանակը և տարածությունը համասեռ են, ապա հնարավոր է ապացուցել, որ* $(1-Ե)$*-ով տրված հարաբերական շարժման ամենաընդհանուր ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները, ըստ ժամանակի և տարածության, ունեն գծային կախվածություն* [2], [4], [6]*:*

Նախքան միաչափ գոյերի ժամանակատարածային ձևափոխության հավասարումների արտածման անցնելը ներկայացնենք իներցիալ համակարգերի որակական տեսակները: Երկչափանի ժամանակատարածության մեջ գոյություն ունեն իներցիալ համակարգերի երկու խումբ՝ աջլիկ իներցիալ համակարգեր և ձախլիկ իներցիալ համակարգեր: Աջլիկ կամ ձախլիկ իներցիալ համակարգերը ժամանակատարածական հարթության մեջ պտտելով երբեք իրար հետ չեն համընկնի: Հետևաբար դրանք որակապես տարբեր իներցիալ համակարգեր են: Վերոհիշյալ աջլիկ և ձախլիկ իներցիալ համակարգերի ողջ առանձնահատկությունները լավագույնս ի հայտ կգան եռաչափ ֆիզիկական տարածության կամ քառաչափ ժամանակատարածության մեջ: Ահա երկչափ ժամանակատարածության մեջ իներցիալ համակարգերի առանցքների ուղղվածության բոլոր հնարավոր տարբերակները և որակական տարբերությունները:

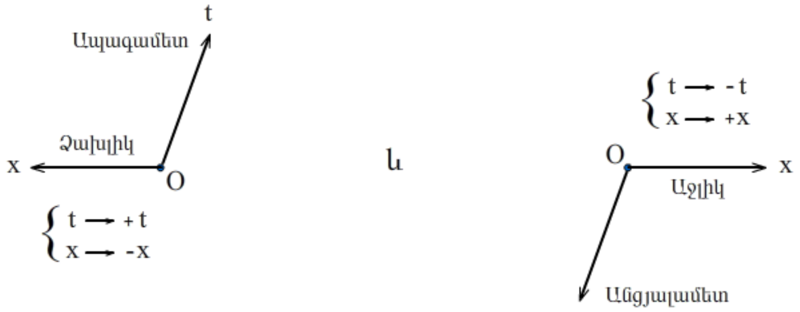
1. *Ապազամետ աջլիկ և անցյալամետ ձախլիկ իներցիալ համակարգերը ուրվագծված են ստորև*



Գծագիր 1

(Գծագիր 1)-ի մեջ, աջ կողմի անցյալամետ ձախլիկ իներցիալ համակարգը պտտելով 180^0-ով, այն կհամընկնի ձախ կողմի ապազամետ աջլիկ իներցիալ համակարգի հետ: Հետևաբար դրանք որակապես նույն են:

2. *Ապագամետ ձախլիկ և անցյալամետ աջլիկ իներցիալ համակարգերը ուրվագծված են ստորև*

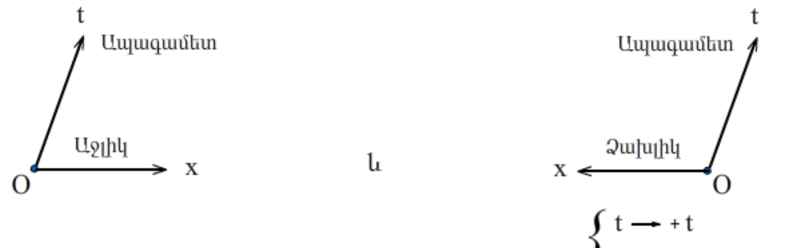


Գծագիր 2

(Գծագիր 2)-ի աջ կողմի անցյալամետ աջլիկ իներցիալ համակարգը պտտելով 180^0-ով, այն կհամընկնի ձախ կողմի ապագամետ ձախլիկ իներցիալ համակարգի հետ: Հետևաբար դրանք որակապես նույն են:

Այսպիսով, ժամանակատարածության մեջ, մենք կունենանք որակապես իրարից տարբեր և իրարից անկախ երկու իներցիալ համակարգեր՝ ապագամետ աջլիկ իներցիալ համակարգ և ապագամետ ձախլիկ իներցիալ համակարգ, և որոնք կրճատ մենք կանվանենք՝ աջլիկ և ձախլիկ իներցիալ համակարգեր, ինչպես նշված են ստորև.

Աջլիկ իներցիալ համակարգ — Ձախլիկ իներցիալ համակարգ



Գծագիր 3

Ինչպես երևում է (Գծագիր 3)-ից, աջ կողմի ձախլիկ իներցիալ համակարգը հանդիսանում է ձախ կողմի աջլիկ իներցիալ համակարգի տարածական հայելային անդրադարձումը:

Նկատի ունենալով միաչափ տարածության մեջ որակապես իրարից տարբեր երկու իներցիալ համակարգերի գոյության փաստը, անհրաժեշտ է որ մենք սահմանենք դրական և բացասական ձևափոխությունները:

Սահմանում 1-1

- *Դրական ձևափոխություններ*

Այն ձևափոխությունները, որոնք աջլիկ իներցիալ համակարգը թողնում են աջլիկ իներցիալ համակարգ կամ ձախլիկ իներցիալ համակարգը թողնում են ձախլիկ իներցիալ համակարգ, մենք կանվանենք դրական ձևափոխություններ: 1-Զ

- *Բացասական ձևափոխություններ*

Այն ձևափոխությունները, որոնք աջլիկ իներցիալ համակարգը դարձնում են ձախլիկ իներցիալ համակարգ կամ ձախլիկ իներցիալ համակարգը դարձնում են աջլիկ իներցիալ համակարգ, մենք կանվանենք բացասական ձևափոխություններ: 1-Է

Ընդգծում 1-3 - *Միաչափ Գոյերի հարաբերական շարժման ձևափոխության հավասարումների արտածման ընթացքում, մենք միշտ օգտագործելու ենք ապագամետ աջլիկ իներցիալ համակարգեր, եթե չի ասվում այլ բան: Իսկ հետո միայն, մեր ստացած ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք կօգտագործենք հայելային անդրադարձումը* (1.8)*:*

1.1 - Միաչափ Գոյերի Ժամանակատարածային Ձևափոխության Հավասարումները

Քանի որ մենք ընդունում ենք որ ժամանակը և տարածությունը իրարից անկախ ֆիզիկական երևույթներ չեն, այլ դրանք շաղկապված են իրար հետ և հանդիսանում են որպես մեկ բնույթի տարբեր կողմերը, ապա համաձայն (ընդգծում 1-2)-ի, միաչափ Գոյերի (1 – Ե)-ով տրված հարաբերական շարժման ամենաընդհանուր ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները պետք է լինեն գծային և հետևաբար դրանք կունենան հետևյալ տեսքը.

Ուղիղ ձևափոխություններ և Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} t' = \beta_1(v)t + \beta_2(v)x \\ x' = \gamma_1(v)x + \gamma_2(v)t \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} t = \beta'_1(v')t' + \beta'_2(v')x' \\ x = \gamma'_1(v')x' + \gamma'_2(v')t' \end{cases} \qquad 1.1\text{-}1$$

$(1.1-1)$-ով տրված ձևափոխման հավասարումների մեջ բոլոր անխազ և խազով գործակիցները կախված չեն ոչ ժամանակից և ոչ էլ տարածությունից: Այդ գործակիցները կախված են միայն համապատասխան v կամ v' հարաբերական արագություններից և հենց մեր նպատակն է որոշել այդ անհայտ գործակիցները, ինչպես նաև որոշել ուղիղ և հակադարձ հարաբերական արագությունների միջև եղած կապը: Բացի դրանից նշենք նաև, որ $(1.1-1)$-ով տրված ձևափոխության հավասարումների մեջ $\beta_1(v)$, $\beta'_1(v')$, $\gamma_1(v)$ և $\gamma'_1(v')$ գործակիցները չափողականություն չունեն, $\beta_2(v)$ և $\beta'_2(v')$ գործակիցները ունեն արագության հակադարձ չափողականություն, իսկ $\gamma_2(v)$ և $\gamma'_2(v')$ գործակիցները ունեն արագության չափողականություն:

Ընդգծում 1-4 - *Բնական է ենթադրել որ, համաձայն շարժման հարաբերականության հիմնադրույթի,* $(1.1-1)$*-ով տրված միաչափ Գոյերի հարաբերական շարժման ուղիղ ձևափոխության հավասարումների բոլոր գործակից-ֆունկցիաները և հակադարձ ձևափոխության հավասարումների բոլոր համապատասխան գործակից ֆունկցիաները պետք է լինեն նույն ֆունկցիաները - միայն մի դեպքում դրանք կախված պետք է լինեն* v *ուղիղ հարաբերական արագությունից, իսկ մյուս դեպքում դրանք կախված պետք է լինեն* v' *հակադարձ հարաբերական արագությունից: Բայց այս բնական ենթադրությունը, որը բխում է հենց բուն հարաբերականության հիմնադրույթից, մենք հանգամանորեն կապացուցենք* (1.3) *բաժնում:*

$(1.1-1)$-ով տրված գծային հավասարումների համակարգերի որոշիչները նշանակենք $d(v)$ և $d'(v')$ տառանշաններով, որոնք կախված են համապատասխանաբար v և v' ուղիղ և հակադարձ հարաբերական արագություններից և որոնց արտահայտությունները կլինեն.

$$\begin{cases} d(v) = \beta_1(v)\gamma_1(v) - \beta_2(v)\gamma_2(v) \neq 0 \\ d'(v') = \beta'_1(v')\gamma'_1(v') - \beta'_2(v')\gamma'_2(v') \neq 0 \end{cases} \qquad 1.1\text{-}2$$

$(1.1-1)$-ով տրված ուղիղ ձևափոխության հավասարումների համակարգը լուծելով ըստ (t,x) առանցքաթվերի, մենք կստանանք հետևյալ ձևափոխության հավասարումները.

$$\begin{cases} t = \dfrac{\gamma_1(v)}{d(v)}t' - \dfrac{\beta_2(v)}{d(v)}x' \\[2ex] x = \dfrac{\beta_1(v)}{d(v)}x' - \dfrac{\gamma_2(v)}{d(v)}t' \end{cases} \qquad 1.1\text{-}3$$

$(1.1-3)$-ը համեմատելով $(1.1-1)$-ով տրված հակադարձ ձևափոխության հավասարումների հետ, մենք կարող ենք խազավոր գործակիցները արտահայտել անխազ գործակիցներով հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} \beta'_1(v') = \dfrac{\gamma_1(v)}{d(v)} \\[2ex] \beta'_2(v') = -\dfrac{\beta_2(v)}{d(v)} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma'_1(v') = \dfrac{\beta_1(v)}{d(v)} \\[2ex] \gamma'_2(v') = -\dfrac{\gamma_2(v)}{d(v)} \end{cases} \qquad 1.1\text{-}4$$

Նմանապես $(1.1-1)$-ով տրված հակադարձ ձևափոխության հավասարումների համակարգը լուծելով ըստ (t', x') առանցքաթվերի, մենք կստանանք հետևյալ ձևափոխության հավասարումները.

$$\begin{cases} t' = \dfrac{\gamma'_1(v')}{d'(v')}t - \dfrac{\beta'_2(v')}{d'(v')}x \\ x' = \dfrac{\beta'_1(v')}{d'(v')}x - \dfrac{\gamma'_2(v')}{d'(v')}t \end{cases} \quad 1.1\text{-}5$$

$(1.1-5)$-ը համեմատելով $(1.1-1)$-ով տրված ուղիղ ձևափոխության հավասարումների հետ, մենք կարող ենք անխազ գործակիցները արտահայտել խազավոր գործակիցներով հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} \beta_1(v) = \dfrac{\gamma'_1(v')}{d'(v')} \\ \beta_2(v) = -\dfrac{\beta'_2(v')}{d'(v')} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma_1(v) = \dfrac{\beta'_1(v')}{d'(v')} \\ \gamma_2(v) = -\dfrac{\gamma'_2(v')}{d'(v')} \end{cases} \quad 1.1\text{-}6$$

Իրար հետ համեմատելով $(1.1-4)$-ով և $(1.1-6)$-ով տրված գործակիցների արտահայտությունները մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները, որոնք ուղղակիորեն բխում են գծային ձևափոխության հատկություններից.

- $d(v)$ *և* $d'(v')$ *որոշիչների համար մենք կստանանք հետևյալ բնական առնչությունը*

$$d(v)d'(v') = 1 \quad 1.1\text{-}7$$

- β_1 *և* γ_1 *գործակիցների միջև տեղի ունի հետևյալ առնչությունը*

$$\beta_1(v)\beta'_1(v') = \gamma_1(v)\gamma'_1(v') \quad 1.1\text{-}8$$

Իսկ $(1.1-4)$-ով կամ $(1.1-6)$-ով տրված հավասարումների համակարգերի երկրորդ հավասարումները բաժանելով իրար վրա մենք կստանանք մի արտահայտություն, որը և մենք կնշանակենք $Հ_1$ տառանշանով, ինչպես ցույց է տրված ստորև.

$$\frac{\beta_2(v)}{\gamma_2(v)} = \frac{\beta'_2(v')}{\gamma'_2(v')} = Հ_1 \quad 1.1\text{-}9$$

$(1.1-9)$-ից հետևում է որ $Հ_1$ գործակիցը մի դեպքում պետք է կախված լինի v ուղիղ հարաբերական արագությունից իսկ մյուս դեպքում այն կախված պետք է լինի v' հակադարձ հարաբերական արագությունից, ինչպես ցույց է տրված ստորև.

$$\frac{\beta_2(v)}{\gamma_2(v)} = Հ_1(v) \quad \text{և} \quad \frac{\beta'_2(v')}{\gamma'_2(v')} = Հ_1(v') \quad 1.1\text{-}10$$

Եւ համաձայն $(1.1-9)$-ով տրված առնչության, $Հ_1(v)$ և $Հ_1(v')$ գործակից-ֆունկցիաները իրար հավասար են.

$$\boxed{Հ_1(v) = Հ_1(v')} \quad 1.1\text{-}11$$

$(1.1-11)$-ով տրված ֆունկցիոնալ հավասարումը ունի լուծման երկու հնարավորություն.

ա) *Առաջին հնարավոր լուծումը*

$$|v'| = |v| \quad \text{և} \quad Հ_1\text{-ը} \quad \text{զույգ ֆունկցիա է} \quad 1.1\text{-}12$$

$(1.1-12)$-ով տրված պայմանի դեպքում բավարարվում է $(1.1-11)$-ով տրված ֆունկցիոնալ հավասարումը, բայց այն հակասում է ամենաընդհանուր ձևափոխության հավասարումներ գտնելու $(1-Դ)$-ով տրված մեր պահանջին: Հետևաբար $(1.1-11)$-ով տրված ֆունկցիոնալ հավասարման այս առաջին հնարավոր լուծումը մենք մերժում ենք:

բ) *Երկրորդ հնարավոր լուծումը*

$$|v'| \neq |v| \quad 1.1\text{-}13$$

Այսինքն ամենաընդհանուր ձևափոխության հավասարումներ գտնելու (1 – Դ)-ով տրված մեր պահանջը բավարարվում է: Հետևաբար (1.1 – 11)-ով տրված ֆունկցիոնալ հավասարումը ունի հետևյալ միակ հնարավոր լուծումը.

$$\boxed{Հ_1(v) = Հ_1(v') = Հ_1 = հաստատուն} \qquad 1.1\text{-}14$$

Որտեղ $Հ_1$ հաստատուն մեծությունը ունի նույն արժեքը բոլոր իներցիալ համակարգերում: Այսպիսով (11 – 9)-ով տրված առնչությունը, համաձայն (1.1 – 14)-ի, մենք կարող ենք գրել հետևյալ կերպ.

$$\frac{\beta_2(v)}{\gamma_2(v)} = \frac{\beta'_2(v')}{\gamma'_2(v')} = Հ_1 = հաստատուն \qquad 1.1\text{-}15$$

Քանի որ (1.1 – 15)-ով տրված առնչության մեջ γ_2 գործակիցները ունեն արագության չափողականություն և դասական մոտարկման դեպքում, համաձայն (1 – Ա)-ով տրված տարածության Գալիլեյան ձևափոխությունների դրանք ունեն <u>բացասական նշան</u>, իսկ β_2 գործակիցները ունեն արագության հակադարձ չափողականություն, հետևաբար $Հ_1$ հաստատուն մեծությունը մենք կարող ենք արտահայտել տիեզերական c արագությունով հետևյալ կերպ.

$$\boxed{Հ_1 = -g\frac{1}{c^2} = հաստատուն} \qquad 1.1\text{-}16$$

Որտեղ g-ն ժամանակատարածության երկրաչափական կառուցվածքը բնութագրող մի նոր հաստատուն մեծություն է և որը, համաձայն (1.1 – 15)-ով տրված առնչությանը, ունի նույն արժեքը բոլոր իներցիալ համակարգերում և սկզբունքորեն կարող է լինել և դրական և բացասական մեծություն:

(1.1 – 16)-ով տրված $Հ_1$ գործակցի արժեքը տեղադրելով (1.1 – 15)-ով տրված առնչության մեջ, մենք β_2 գործակից-ֆունկցիաները կարող ենք արտահայտել γ_2 գործակից-ֆունկցիաներով հետևյալ կերպ.

$$\boxed{\begin{cases} \beta_2(v) = -g\dfrac{1}{c^2}\gamma_2(v) \\ \beta'_2(v') = -g\dfrac{1}{c^2}\gamma'_2(v') \end{cases}} \qquad 1.1\text{-}17$$

Այնուհետև β_2 գործակիցների արտահայտությունները (1.1 – 17)-ից տեղադրելով (1.1 – 2)-ի մեջ մենք որոշիչների համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունները.

$$\begin{cases} d(v) = \gamma_1(v)\beta_1(v) + g\dfrac{1}{c^2}[\gamma_2(v)]^2 \neq 0 \\ d'(v') = \gamma'_1(v')\beta'_1(v') + g\dfrac{1}{c^2}[\gamma'_2(v')]^2 \neq 0 \end{cases} \qquad 1.1\text{-}18$$

Նմանապես β_2 գործակիցների արտահայտությունները (1.1 – 17)-ից տեղադրելով (1.1 – 1)-ի մեջ, մենք միաչափ Գոյերի հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխությունների համար կստանանք հետևյալ հավասարումները.

<u>Ուղիղ ձևափոխություններ</u> և <u>Հակադարձ ձևափոխություններ</u>

$$\begin{cases} t' = \beta_1(v)t - g\dfrac{1}{c^2}\gamma_2(v)x \\ x' = \gamma_1(v)x + \gamma_2(v)t \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} t = \beta'_1(v')t' - g\dfrac{1}{c^2}\gamma'_2(v')x' \\ x = \gamma'_1(v')x' + \gamma'_2(v')t' \end{cases} \qquad 1.1\text{-}19$$

<u>Ընդգծում 1-5</u> - *(1.1 – 18)-ով տրված ձևափոխության $d(v)$ և $d'(v')$ որոշիչները, համաձայն (1.1 – 7)-ի, միաժամանակ պետք է լինեն կամ դրական և կամ էլ բացասական մեծություններ: Դրական կամ բացասական որոշիչ ունեցող ձևափոխությունները միաչափ տարածության մեջ, համաձայն (1 – Զ)-ով և (1 – Է)-ով տրված սահմանումների, մենք դրանք նույնպես կանվանենք համապատասխանաբար «դրական ձևափոխություններ» կամ «բացասական ձևափոխություններ»: Այս երկու, որակապես իրարից տարբեր, ձևափոխությունները էլ ունեն գոյության իրավունք, որովհետև դրանցից ամեն մեկը նկարագրում է մի որոշակի ֆիզիկական երևույթ:*

<u>Դրական ձևափոխություններ</u> և <u>Բացասական ձևափոխություններ</u>

$$\begin{cases} d(v) > 0 \\ d'(v') > 0 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} d(v) < 0 \\ d'(v') < 0 \end{cases} \qquad 1.1\text{-}20$$

1.2 - Իներցիալ Համակարգերի Սկզբնակետերի Շարժման Հետազոտումը

Նախ նշենք, որ առանց ընդհանրության դեմ մեղանչելու, միաչափ տարածության մեջ K իներցիալ համակարգի նկատմամբ K' իներցիալ համակարգի շարժման v արագությունը (ուղիղ արագությունը) մենք կարող ենք ընտրել այնպես որ այն միշտ ուղղված լինի x առանցքի դրական ուղղությամբ և հետևաբար այն կլինի դրական մեծություն:

$$\boxed{v > 0} \tag{1.2-1}$$

Այժմ օգտվելով $(1.1-19)$-ով տրված միաչափ Գ-ոյերի հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից, ցուցաբերենք ֆիզիկական մոտեցում և հաշվենք K' և K իներցիալ համակարգերի սկզբնակետերի իրար նկատմամբ ունեցած շարժման արագությունները, որոնք պետք է համընկնեն հենց նույն իներցիալ համակարգերի համապատասխան հարաբերական արագությունների հետ:

1. *K իներցիալ համակարգի նկատմամբ K' իներցիալ համակարգի սկզբնակետի շարժման հետազոտումը*

K' իներցիալ համակարգի O' սկզբնակետի շարժման ընտրության դեպքում, այդ սկզբնակետի տարածական առանցքաքվերը K' և K իներցիալ համակարգերում համապատասխանաբար կունենան հետևյալ արժեքները.

$$\begin{cases} x' = 0 \\ x = vt \end{cases} \tag{1.2-2}$$

$(1.2-2)$-ով տրված O' սկզբնակետի տարածական առանցքաքվերի արժեքները տեղադրելով $(1.1-19)$-ով տրված տարածական առանցքաքվի ուղիղ ձևափոխության հավասարման մեջ, մենք կստանանք $\gamma_2(v)$ գործակից-ֆունկցիայի արտահայտությունը.

$$\gamma_2(v) = -\gamma_1(v)v \tag{1.2-3}$$

Այժմ էլ $(1.2-2)$-ով տրված O' սկզբնակետի տարածական առանցքաքվերի արժեքները տեղադրելով $(1.1-19)$-ով տրված ժամանակի և տարածության առանցքաքվերի հակադարձ ձևափոխության հավասարումների մեջ և այդ հավասարումները բաժանելով իրար վրա, մենք կստանանք v ուղիղ հարաբերական արագության արտահայտությունը.

$$v = \frac{x}{t} = \frac{\gamma_2'(v')}{\beta_1'(v')} \tag{1.2-4}$$

2. *K' իներցիալ համակարգի նկատմամբ K իներցիալ համակարգի սկզբնակետի շարժման հետազոտումը*

K իներցիալ համակարգի O սկզբնակետի շարժման ընտրության դեպքում, այդ սկզբնակետի տարածական առանցքաքվերը K և K' իներցիալ համակարգերում համապատասխանաբար կունենան հետևյալ արժեքները.

$$\begin{cases} x = 0 \\ x' = v't' \end{cases} \tag{1.2-5}$$

$(1.2-5)$-ով տրված O սկզբնակետի տարածական առանցքաքվերի արժեքները տեղադրելով $(1.1-19)$-ով տրված տարածական առանցքաքվի հակադարձ ձևափոխության հավասարման մեջ, մենք կստանանք $\gamma_2'(v')$ գործակից-ֆունկցիայի արտահայտությունը.

$$\gamma_2'(v') = -\gamma_1'(v')v' \tag{1.2-6}$$

Այժմ էլ $(1.2-5)$-ով տրված O սկզբնակետի տարածական առանցքաքվերի արժեքները տեղադրելով $(1.1-19)$-ով տրված ժամանակի և տարածության առանցքաքվերի ուղիղ ձևափոխության հավասարումների մեջ և այդ հավասարումները բաժանելով իրար վրա, մենք կստանանք v' հակադարձ հարաբերական արագության արտահայտությունը.

$$v' = \frac{x'}{t'} = \frac{\gamma_2(v)}{\beta_1(v)} \tag{1.2-7}$$

Այնուհետև $(1.2-7)$-ի մեջ տեղադրելով $(1.2-3)$-ով որոշված $\gamma_2(v)$ գործակցի արտահայտությունը, մենք կստանանք v' հակադարձ հարաբերական արագությունը արտահայտված v ուղիղ հարաբերական արագությամբ.

$$\boxed{v' = -\frac{\gamma_1(v)}{\beta_1(v)}v} \qquad 1.2\text{-}8$$

$(1.2-8)$-ից մենք կստանանք նաև հետևյալ առնչությունը.

$$\gamma_1(v)v = -\beta_1(v)v' \qquad 1.2\text{-}9$$

Նմանապես $(1.2-4)$-ի մեջ տեղադրելով $(1.2-6)$-ով որոշված $\gamma_2'(v')$ գործակցի արտահայտությունը, մենք կստանանք v ուղիղ հարաբերական արագությունը արտահայտված v' հակադարձ հարաբերական արագությամբ.

$$\boxed{v = -\frac{\gamma_1'(v')}{\beta_1'(v')}v'} \qquad 1.2\text{-}10$$

$(1.2-10)$-ից մենք կստանանք նաև հետևյալ առնչությունը.

$$\gamma_1'(v')v' = -\beta_1'(v')v \qquad 1.2\text{-}11$$

$(1.2-3)$-ով և $(1.2-6)$-ով որոշված $\gamma_2(v)$-ի և $\gamma_2'(v')$-ի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.1-17)$-ով տրված β_2 գործակիցների արտահայտությունների մեջ, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\boxed{\begin{cases} \beta_2(v) = g\dfrac{v}{c^2}\gamma_1(v) \\ \beta_2'(v') = g\dfrac{v'}{c^2}\gamma_1'(v') \end{cases}} \qquad 1.2\text{-}12$$

Նմանապես $(1.2-3)$-ով և $(1.2-6)$-ով որոշված $\gamma_2(v)$-ի և $\gamma_2'(v')$-ի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.1-18)$-ով տրված որոշիչների արտահայտությունների մեջ, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} d(v) = \gamma_1(v)\left[\beta_1(v) + g\dfrac{v^2}{c^2}\gamma_1(v)\right] \neq 0 \\ d'(v') = \gamma_1'(v')\left[\beta_1'(v') + g\dfrac{v'^2}{c^2}\gamma_1'(v')\right] \neq 0 \end{cases} \qquad 1.2\text{-}13$$

Այնուհետև $(1.2-13)$-ի մեջ կիրառելով $(1.2-9)$-ի և $(1.2-11)$-ի արտահայտությունները, մենք որոշիչների համար կստանանք նաև հետևյալ համաչափ առնչությունները.

$$\begin{cases} d(v) = \gamma_1(v)\beta_1(v)\left(1 - g\dfrac{vv'}{c^2}\right) \neq 0 \\ d'(v') = \gamma_1'(v')\beta_1'(v')\left(1 - g\dfrac{vv'}{c^2}\right) \neq 0 \end{cases} \qquad 1.2\text{-}14$$

Իսկ $(1.2-3)$-ով և $(1.2-6)$-ով որոշված $\gamma_2(v)$-ի և $\gamma_2'(v')$-ի արտահայտությունները տեղադրելով նաև $(1.1-19)$-ով տրված հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխությունների մեջ մենք կստանանք հետևյալ հավասարումները.

Ուղիղ ձևափոխություններ և Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} t' = \beta_1(v)t + g\gamma_1(v)\dfrac{v}{c^2}x \\ x' = \gamma_1(v)(x - vt) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} t = \beta_1'(v')t' + g\gamma_1'(v')\dfrac{v'}{c^2}x' \\ x = \gamma_1'(v')(x' - v't') \end{cases} \qquad 1.2\text{-}15$$

Ինչպես նաև $(1.2-15)$-ի մեջ կիրառելով $(1.2-9)$-ի և $(1.2-11)$-ի արտահայտությունները, մենք հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխությունների համար կստանանք նաև հետևյալ հավասարումները.

Ուղիղ ձևափոխություններ և Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} t' = \beta_1(v)\left(t - g\dfrac{v'}{c^2}x\right) \\ x' = \gamma_1(v)(x - vt) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} t = \beta_1'(v')\left(t' - g\dfrac{v}{c^2}x'\right) \\ x = \gamma_1'(v')(x' - v't') \end{cases} \qquad 1.2\text{-}16$$

1.3 - Հարաբերականության Հիմնադրույթի Օգտագործումը Հարաբերական Շարժման Ձևափոխության Հավասարումների Մեջ

Ենթադրենք տրված են երկու ապազամետ աջլիկ K և K' իներցիալ համակարգեր, որոնք իրար նկատմամբ գտնվում են հարաբերական շարժման մեջ և բավարարվում է նաև $(1.2-1)$-ով տրված պայմանը: Այժմ $(1.2-15)$-ով տրված հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումների մեջ կիրառենք (1 – Բ)-ով տրված հարաբերական շարժման առաջին հիմնադրույթը՝ հարաբերականության սկզբունքը:

1. *K իներցիալ համակարգից, կամայական t պահին, հաշվենք K' իներցիալ համակարգի նկատմամբ հանգստի վիճակում գտնվող և l_0 երկարություն ունեցողի ձողի երկարությունը:*

Մեզ համար հետաքրքրություն ներկայացնող առանցքաթվերի տարբերությունները կունենան հետևյալ արժեքները.

$$\begin{cases} t_2 - t_1 = 0 \\ x_2 - x_1 = l \\ x_2' - x_1' = l_0 \end{cases} \qquad 1.3\text{-}1$$

$(1.2-15)$-ով տրված տարածության ուղիղ ձևափոխության հավասարման մեջ տեղադրելով (t_1, x_1) և (t_2, x_2) առանցքաթվերը, մենք տարածական x_1' և x_2' առանցքաթվերի համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունները.

$$\begin{cases} x_1' = \gamma_1(v)(x_1 - vt_1) \\ x_2' = \gamma_1(v)(x_2 - vt_2) \end{cases} \qquad 1.3\text{-}2$$

Այնուհետև օգտվելով $(1.3-2)$-ից և $(1.3-1)$-ով տրված առանցքաթվերի տարբերության արժեքներից, հաշվենք K' իներցիալ համակարգում անշարժ գտնվող ձողի երկարությունը, որը հավասար պետք է լինի l_0-ի.

$$x_2' - x_1' = l_0 = \gamma_1(v)[(x_2 - x_1) - v(t_2 - t_1)] = \gamma_1(v)l \qquad 1.3\text{-}3$$

K իներցիալ համակարգի տեսանկյունից այդ ձողի երկարության և K' իներցիալ համակարգում հանգստի վիճակում գտնվող նույն ձողի երկարության հարաբերությունը միշտ պետք է լինի դրական մեծություն և համաձայն $(1.3-3)$-ի, այն կլինի.

$$\frac{l}{l_0} = \frac{1}{\gamma_1(v)} > 0 \qquad 1.3\text{-}4$$

2. *K' իներցիալ համակարգից, կամայական t' պահին, հաշվենք K իներցիալ համակարգի նկատմամբ հանգստի վիճակում գտնվող և նույնպես l_0 երկարություն ունեցողի ձողի երկարությունը:*

Մեզ համար հետաքրքրություն ներկայացնող առանցքաթվերի տարբերությունները կունենան հետևյալ արժեքները.

$$\begin{cases} t_2' - t_1' = 0 \\ x_2' - x_1' = l' \\ x_2 - x_1 = l_0 \end{cases} \qquad 1.3\text{-}5$$

$(1.2-15)$-ով տրված տարածության հակադարձ ձևափոխության հավասարման մեջ տեղադրելով (t_1', x_1') և (t_2', x_2') առանցքաթվերը, մենք տարածական x_1 և x_2 առանցքաթվերի համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունները.

$$\begin{cases} x_1 = \gamma_1'(v')(x_1' - v't_1') \\ x_2 = \gamma_1'(v')(x_2' - v't_2') \end{cases} \qquad 1.3\text{-}6$$

Այնուհետև օգտվելով $(1.3-6)$-ից և $(1.3-5)$-ով տրված առանցքաթվերի տարբերության արժեքներից, հաշվենք K իներցիալ համակարգում անշարժ գտնվող ձողի երկարությունը, որը հավասար պետք է լինի l_0-ի.

$$x_2 - x_1 = l_0 = \gamma_1'(v')[(x_2' - x_1') - v'(t_2' - t_1')] = \gamma_1'(v')l' \qquad 1.3\text{-}7$$

K' իներցիալ համակարգի տեսանկյունից այդ ձողի երկարության և K իներցիալ համակարգում հանգստի վիճակում գտնվող նույն ձողի երկարության հարաբերությունը միշտ պետք է լինի դրական մեծություն և համաձայն $(1.3-7)$-ի, այն կլինի.

$$\frac{l'}{l_0} = \frac{1}{\gamma_1'(v')} > 0$$ 1.3-8

Համաձայն (1 – Բ)-ով տրված առաջին հիմնադրույթի՝ հարաբերականության սկզբունքի, K և K' իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից դիտարկված և համապատասխանաբար $(1.3-4)$-ով և $(1.3-8)$-ով տրված, շարժվող և անշարժ միևնույն ձողի երկարությունների հարաբերությունները, պետք է լինեն նույն ֆունկցիան, միայն մի դեպքում այն կախված պետք է լինի v ուղիղ հարաբերական արագությունից, իսկ մյուս դեպքում՝ v' հակադարձ հարաբերական արագությունից, այսինքն պետք է տեղի ունենա հետևյալ առնչությունը.

$$\boxed{\gamma_1'(v') = \gamma_1(v')}$$ 1.3-9

Բայց քանի որ, ամենաընդհանուր դեպքում, համաձայն (1 – Դ)-ի, $|v'| \neq |v|$, հետևաբար.

$$\gamma_1(v') \neq \gamma_1(v)$$ 1.3-10

Ընդգծում 1-6 - *Քանի որ կամայական հարաբերական արագությամբ շարժվող ցանկացած երկու ապազամետ աջլիկ իներցիալ համակարգի տեսանկյունից շարժվող ձողի և հանգստի մեջ գտնվող նույն ձողի երկարությունների հարաբերությունը չի կարող լինել բացասական մեծություն, հետևաբար* $(1.3-4)$*-ի և* $(1.3-8)$*-ի, ինչպես նաև* $(1.3-9)$*-ի արդյունքներից հետևում է որ* γ_1 *գործակից-ֆունկցիան միշտ պետք է լինի դրական մեծություն:*

$$\boxed{\begin{cases} \gamma_1(v) > 0 \\ \gamma_1(v') > 0 \end{cases}}$$ 1.3-11

3. *K' իներցիալ համակարգում, տարածության միևնույն x' վայրում տեղի է ունենում մի լավ հայտնի և պարբերաբար կրկնվող պատահար, որի պարբերության տևողությունը t_0 է: Հաշվենք այդ պատահարի պարբերության տևողությունը K իներցիալ համակարգի տեսանկյունից:*

Մեզ համար հետաքրքրություն ներկայացնող առանցքաթվերի տարբերությունները կունենան հետևյալ արժեքները.

$$\begin{cases} t_2' - t_1' = t_0 > 0 \\ x_2' - x_1' = 0 \\ t_2 - t_1 = t \end{cases}$$ 1.3-12

$(1.2-15)$-ով տրված ժամանակի հակադարձ ձևափոխության հավասարման մեջ տեղադրելով (t_1', x_1') և (t_2', x_2') առանցքաթվերը, մենք ժամանակի t_1 և t_2 առանցքաթվերի համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունները.

$$\begin{cases} t_1 = \beta_1'(v')t_1' + g\gamma_1'(v')\dfrac{v'}{c^2}x_1' \\ \\ t_2 = \beta_1'(v')t_2' + g\gamma_1'(v')\dfrac{v'}{c^2}x_2' \end{cases}$$ 1.3-13

Այնուհետև օգտվելով $(1.3-13)$-ից և $(1.3-12)$-ով տրված առանցքաթվերի տարբերության արժեքներից, հաշվենք այդ լավ հայտնի պատահարի պարբերության տևողությունը K իներցիալ համակարգի տեսանկյունից.

$$t_2 - t_1 = t = \beta_1'(v')(t_2' - t_1') + g\gamma_1'(v')\frac{v'}{c^2}(x_2' - x_1') = \beta_1'(v')t_0$$ 1.3-14

K իներցիալ համակարգի տեսանկյունից այդ լավ հայտնի պատահարի պարբերության տևողության և K' իներցիալ համակարգում հանգստի վիճակում գտնվող նույն պատահարի պարբերության տևողության հարաբերությունը, համաձայն $(1.3-14)$-ի, կլինի.

$$\frac{t}{t_0} = \beta_1'(v')$$ 1.3-15

4. *K իներցիալ համակարգում, տարածության միևնույն x վայրում տեղի է ունենում նախորդ լավ հայտնի և պարբերաբար կրկնվող պատահարը, որի պարբերության տևողությունը t_0 է: Հաշվենք այդ պատահարի պարբերության տևողությունը K' իներցիալ համակարգի տեսանկյունից:*

Մեզ համար հետաքրքրություն ներկայացնող առանցքաքվերի տարբերությունները կունենան հետևյալ արժեքները.

$$\begin{cases} t_2 - t_1 = t_0 > 0 \\ x_2 - x_1 = 0 \\ t'_2 - t'_1 = t' \end{cases} \quad 1.3\text{-}16$$

$(1.2-15)$-ով տրված ժամանակի ուղիղ ձևափոխության հավասարման մեջ տեղադրելով (t_1, x_1) և (t_2, x_2) առանցքաքվերը, մենք ժամանակի t'_1 և t'_2 առանցքաքվերի համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունները.

$$\begin{cases} t'_1 = \beta_1(v)t_1 + g\gamma_1(v)\dfrac{v}{c^2}x_1 \\ t'_2 = \beta_1(v)t_2 + g\gamma_1(v)\dfrac{v}{c^2}x_2 \end{cases} \quad 1.3\text{-}17$$

Այնուհետև օգտվելով $(1.3-17)$-ից և $(1.3-16)$-ով տրված առանցքաքվերի տարբերության արժեքներից, հաշվենք այդ լավ հայտնի պատահարի պարբերության տևողությունը K' իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից.

$$t'_2 - t'_1 = t' = \beta_1(v)(t_2 - t_1) = \beta_1(v)t_0 \quad 1.3\text{-}18$$

K' իներցիալ համակարգի տեսանկյունից այդ լավ հայտնի պատահարի պարբերության տևողության և K իներցիալ համակարգում հանգստի վիճակում գտնվող նույն պատահարի պարբերության տևողության հարաբերությունը, համաձայն $(1.3-18)$-ի, կլինի.

$$\frac{t'}{t_0} = \beta_1(v) \quad 1.3\text{-}19$$

Նույնպես համաձայն $(1-Բ)$-ով տրված առաջին հիմնադրույթի՝ հարաբերականության սկզբունքի, K և K' իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից դիտարկված և համապատասխանաբար $(1.3-15)$-ով և $(1.3-19)$-ով տրված, միևնույն հայտնի պատահարի պարբերությունների հարաբերությունները, <u>պետք է լինեն նույն ֆունկցիան</u>, միայն մի դեպքում այն կախված պետք է լինի v ուղիղ հարաբերական արագությունից, իսկ մյուս դեպքում՝ v' հակադարձ հարաբերական արագությունից, այսինքն պետք է տեղի ունենա հետևյալ առնչությունը.

$$\boxed{\beta'_1(v') = \beta_1(v')} \quad 1.3\text{-}20$$

Բայց քանի որ ամենաընդհանուր դեպքում, համաձայն $(1-Դ)$-ի, $|v'| \neq |v|$, հետևաբար.

$$\beta_1(v') \neq \beta_1(v) \quad 1.3\text{-}21$$

<u>Ընդգծում 1-7</u> - *β_1 գործակից-ֆունկցիայի նշանի մասին <u>առայժմ</u> մենք ոչինչ հստակ չգիտենք: Այդ հարցի վերջնական պատասխանը մենք կստանանք հետագայում: Դրա համար մենք կարող ենք հաստատել միայն հետևյալը.*

$$\boxed{\begin{cases} \beta_1(v) \gtrless 0 \\ \beta_1(v') \gtrless 0 \end{cases}} \quad 1.3\text{-}22$$

Այնուհետև $(1.1-8)$-ով տրված առնչության մեջ կիրառելով $(1.3-9)$-ի և $(1.3-20)$-ի արդյունքները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունը, որը համաձայն $(1.3-11)$-ի միշտ պետք է լինի դրական մեծություն.

$$\boxed{\beta_1(v)\beta_1(v') = \gamma_1(v)\gamma_1(v') > 0} \quad 1.3\text{-}23$$

<u>Ընդգծում 1-8</u> - $(1.3-23)$*-ով տրված առնչությունը, համենայն դեպս, մեզ հուշում է որ եթե K' և K իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից հետազոտվում է միևնույն ֆիզիկական երևույթը, ապա β_1 գործակից-ֆունկցիայի նշանը երկու իներցիալ համակարգերում էլ պետք է լինի նույնը՝ կամ դրական և կամ էլ բացասական:*

Այժմ օգտվելով հակադարձ արագության (1.2 – 8)-ով տրված բանաձևից և (1.3 – 23)-ով տրված առնչությունից, մենք կարող ենք ցույց տալ որ v' հակադարձ արագության հակադարձ արագությունը դա նույն v ուղիղ արագությունն է, անկախ այն բանից մենք գործ ունենք դրական թե բացասական ձևափոխությունների հետ:

$$\boxed{(v')' = v} \qquad 1.3\text{-}24$$

(1.2 – 10)-ի մեջ կիրառելով (1.3 – 9)-ի և (1.3 – 20)-ի արդյունքները, մենք ուղիղ հարաբերական արագության համար կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$v = -\frac{\gamma_1(v')}{\beta_1(v')}v' \qquad 1.3\text{-}25$$

(1.3 – 25)-ից մենք կստանանք նաև հետևյալ առնչությունը.

$$\gamma_1(v')v' = -\beta_1(v')v \qquad 1.3\text{-}26$$

(1.2 – 6)-ի և (1.2 – 12)-ի մեջ կիրառելով (1.3 – 9)-ի արդյունքը, մենք կհամոզվենք որ β_2 և γ_2 խազավոր և անխազ գործակիցները պետք է լինեն նույն ֆունկցիան, միայն մի դեպքում այն կախված պետք է լինի v ուղիղ հարաբերական արագությունից, իսկ մյուս դեպքում՝ v' հակադարձ հարաբերական արագությունից, այսինքն տեղի ունի հետևյալը.

$$\begin{cases} \gamma'_2(v') = -\gamma_1(v')v' = \gamma_2(v') \\ \beta'_2(v') = g\gamma_1(v')\dfrac{v'}{c^2} = \beta_2(v') \end{cases} \qquad 1.3\text{-}27$$

Այնուհետև (1.2 – 13)-ով տրված որոշիչների մեջ կիրառելով (1.3 – 9)-ի և (1.3 – 20)-ի արդյունքները մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} d(v) = \gamma_1(v)\left[\beta_1(v) + g\gamma_1(v)\dfrac{v^2}{c^2}\right] \neq 0 \\ d'(v') = \gamma_1(v')\left[\beta_1(v') + g\gamma_1(v')\dfrac{v'^2}{c^2}\right] \neq 0 \end{cases} \qquad 1.3\text{-}28$$

(1.3 – 28)-ից հետևում է որ որոշիչ-ֆունկցիաների համար նույնպես տեղի ունի հետևյալը ֆունկցիոնալ առնչությունը.

$$\boxed{d'(v') = d(v')} \qquad 1.3\text{-}29$$

Հետևաբար (1.1 – 7)-ով տրված առնչությունը կգրվի հետևյալ կերպ.

$$\boxed{d(v)d(v') = 1} \qquad 1.3\text{-}30$$

Իսկ (1.2 – 14)-ով տրված որոշիչների մեջ նույնպես կիրառելով (1.3 – 9)-ի և (1.3 – 20)-ի արդյունքները, ինչպես նաև (1.3 – 29)-ը, մենք ձևափոխության որոշիչների համար կստանանք նաև հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} d(v) = \gamma_1(v)\beta_1(v)\left(1 - g\dfrac{vv'}{c^2}\right) \neq 0 \\ d(v') = \gamma_1(v')\beta_1(v')\left(1 - g\dfrac{vv'}{c^2}\right) \neq 0 \end{cases} \qquad 1.3\text{-}31$$

(1.1 – 4)-ով տրված հավասարումների համակարգերի առաջին հավասարումների մեջ կիրառելով (1.3 – 9)-ի և (1.3 – 20)-ի արդյունքները, ինչպես նաև (1.3 – 28)-ով և (1.3 – 31)-ով տրված հավասարումների համակարգերի առաջին հավասարումները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \beta_1(v') = \dfrac{\gamma_1(v)}{d(v)} = \dfrac{1}{\beta_1(v) + g\gamma_1(v)\dfrac{v^2}{c^2}} = \dfrac{1}{\beta_1(v)\left(1 - g\dfrac{vv'}{c^2}\right)} \\ \gamma_1(v') = \dfrac{\beta_1(v)}{d(v)} = \dfrac{\beta_1(v)}{\gamma_1(v)\left[\beta_1(v) + g\gamma_1(v)\dfrac{v^2}{c^2}\right]} = \dfrac{1}{\gamma_1(v)\left(1 - g\dfrac{vv'}{c^2}\right)} \end{cases} \qquad 1.3\text{-}32$$

Իսկ (1.1 – 6)-ով տրված հավասարումների համակարգերի առաջին հավասարումների մեջ նույնպես կիրառելով (1.3 – 9)-ի, (1.3 – 20)-ի և (1.3 – 29)-ի արդյունքները, ինչպես նաև (1.3 – 28)-ով և (1.3 – 31)-ով տրված հավասարումների համակարգերի երկրորդ հավասարումները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \beta_1(v) = \dfrac{\gamma_1(v')}{d(v')} = \dfrac{1}{\beta_1(v') + g\gamma_1(v')\dfrac{v'^2}{c^2}} = \dfrac{1}{\beta_1(v')\left(1 - g\dfrac{vv'}{c^2}\right)} \\ \\ \gamma_1(v) = \dfrac{\beta_1(v')}{d(v')} = \dfrac{\beta_1(v')}{\gamma_1(v')\left[\beta_1(v') + g\gamma_1(v')\dfrac{v'^2}{c^2}\right]} = \dfrac{1}{\gamma_1(v')\left(1 - g\dfrac{vv'}{c^2}\right)} \end{cases} \qquad 1.3\text{-}33$$

Հիշելով (1.3 – 23)-ը, մենք (1.3 – 32)-ից կամ (1.3 – 33)-ից կարող ենք ստանալ հետևյալ համաչափ առնչությունը.

$$\boxed{\gamma_1(v)\gamma_1(v') = \beta_1(v)\beta_1(v') = \frac{\beta_1(v)}{\beta_1(v) + g\gamma_1(v)\dfrac{v^2}{c^2}} = \frac{\beta_1(v')}{\beta_1(v') + g\gamma_1(v')\dfrac{v'^2}{c^2}} = \frac{1}{1 - g\dfrac{vv'}{c^2}} > 0} \qquad 1.3\text{-}34$$

Քանի որ, համաձայն (1.3 – 11)-ի, $\gamma_1(v')$ և $\gamma_1(v)$ գործակիցները միշտ դրական մեծություն են, հետևաբար (1.3 – 32)-ի և (1.3 – 33)-ի առաջին հավասարումներից հետևում է որ $\beta_1(v')$ և $\beta_1(v)$ գործակիցների նշանը կախված է միայն $d(v)$ և $d(v')$ որոշիչների նշանից: Հիշելով նաև (1.1 – 20)-ը, մենք ապագամետ աջլիկ իներցիալ համակարգերի համար դրական և բացասական ձևափոխությունները կարող ենք սահմանել նաև հետևյալ կերպ.

Դրական ձևափոխություններ		Բացասական ձևափոխություններ	
$\begin{cases} \beta_1(v) > 0 \\ \beta_1(v') > 0 \end{cases}$	և	$\begin{cases} \beta_1(v) < 0 \\ \beta_1(v') < 0 \end{cases}$	1.3-35

Օգտվելով (1.3 – 11)-ից և (1.3 – 35)-ով տրված դրական և բացասական ձևափոխությունների դեպքում β_1 ֆունկցիա-գործակցի նշաններից, ինչպես նաև օգտվելով (1.2 – 8)-ով տրված հակադարձ հարաբերական արագության բանաձևից, մենք կարող ենք կողմնորոշվել նաև այդ արագության նշանի հարցում ևս հետևյալ կերպ.

Դրական ձևափոխություններ		Բացասական ձևափոխություններ	
$v' = -\dfrac{\gamma_1(v)}{\beta_1(v)}v < 0$	և	$v' = -\dfrac{\gamma_1(v)}{\beta_1(v)}v > 0$	1.3-36

Ընդգծում 1-9 - (1.3 – 36)-*ից հետևում է որ դրական ձևափոխությունների դեպքում հակադարձ արագությունը դառնում է հակադիր արագություն, իսկ բացասական ձևափոխության դեպքում, եթե այդպիսի ձևափոխությունները հնարավոր են ապագամետ աջլիկ իներցիալ համակարգերի միջև, ապա հակադարձ արագությունը կունենա ուղիղ արագության ուղղությունը: Դրա համար* v' *հարաբերական արագությունը մենք միշտ կանվանենք հակադարձ արագություն և չենք օգտագործի հակադիր արագություն արտահայտությունը, եթե չի ասվում մեկ այլ բան: Այսպիսով մենք միշտ կակնարկենք բացասական ձևափոխությունների գոյության իրավունքը:*

Արդի ֆիզիկայում մենք միշտ օգտագործում ենք դրական ձևափոխությունները և դրանցից ստացված արդյունքները, բացառությամբ որոշ դեպքերի երբ անհրաժեշտություն է զգացվում կիրառել բացասական ձևափոխությունները, ինչպես օրինակ տարածական հայելային անդրադարձման դեպքում:

Այժմ կատարենք նոր նշանակումներ: Քանի որ, համաձայն (1.2 – 3)-ի, (1.2 – 12)-ի և (1.3 – 27)-ի, բոլոր $\gamma_2(v)$, $\gamma'_2(v')$, $\beta_2(v)$ և $\beta'_2(v')$ գործակիցները կախված են միայն $\gamma_1(v)$ և $\gamma_1(v')$ գործակիցներից, ինչպես նաև համաձայն (1.3 – 9)-ի և (1.3 – 20)-ի γ'_1 և β'_1 ֆունկցիաները նույն γ_1 և β_1 ֆունկցիաներն են, ապա հանուն պարզության և գեղագիտական հաճույքի, մենք հետևյալ գործակից-ֆունկցիաների մեջ բաց կթողնենք ստորին ցուցիչները.

$$\boxed{\begin{cases} \beta_1(\ \ ) \Rightarrow \beta(\ \ ) \\ \gamma_1(\ \ ) \Rightarrow \gamma(\ \ ) \end{cases}} \qquad 1.3\text{-}37$$

Այնուհետև, $(1.3-9)$-ով և $(1.3-20)$-ով ստացած մեր արդյունքները կիրառելով $(1.2-15)$-ի մեջ, ինչպես նաև օգտվելով $(1.3-37)$-ով տրված մեր նոր նշանակումներից, մենք հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխությունների համար կստանանք հետևյալ հավասարումների համակարգը.

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ	
$\begin{cases} t' = \beta(v)t + g\gamma(v)\dfrac{v}{c^2}x \\ x' = \gamma(v)(x - vt) \end{cases}$	և	$\begin{cases} t = \beta(v')t' + g\gamma(v')\dfrac{v'}{c^2}x' \\ x = \gamma(v')(x' - v't') \end{cases}$	1.3-38

Նմանապես, $(1.3-9)$-ով և $(1.3-20)$-ով ստացած մեր արդյունքները կիրառելով $(1.2-16)$-ի մեջ, ինչպես նաև նույնպես օգտվելով $(1.3-37)$-ով տրված մեր նոր նշանակումներից, մենք հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխությունների համար կստանանք նաև հետևյալ հավասարումների համակարգը.

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ	
$\begin{cases} t' = \beta(v)\left(t - g\dfrac{v'}{c^2}x\right) \\ x' = \gamma(v)(x - vt) \end{cases}$	և	$\begin{cases} t = \beta(v')\left(t' - g\dfrac{v}{c^2}x'\right) \\ x = \gamma(v')(x' - v't') \end{cases}$	1.3-39

Ընդգծում 1-10 - *Նշենք որ մենք դեռ պետք է որոշենք չափողականություն չունեցող β և γ գործակիցները, ինչպես նաև պետք է որոշենք v' և v հարաբերական արագությունների միջև եղած առնչությունը:*

1.4 - Հաստատուն Արագությունների Գումարման և Հանման Բանաձևերը

Ենթադրենք տրված են, իրար նկատմամբ հարաբերական շարժման մեջ գտնվող, երեք K, K' և K'' ապազամետ աջլիկ իներցիալ համակարգերը, որտեղ K' իներցիալ համակարգը K իներցիալ համակարգի նկատմամբ շարժվում է v հաստատուն արագությամբ, իսկ K'' իներցիալ համակարգը K' իներցիալ համակարգի նկատմամբ շարժվում է u հաստատուն արագությամբ և K իներցիալ համակարգի նկատմամբ շարժվում է w հաստատուն արագությամբ: Բացի դրանից, առանց ընդհանրության դեմ մեղանչելու, մենք կարող ենք ընդունել որ բոլոր v, u և w հարաբերական արագությունները բավարարում են նաև $(1.2-1)$-ով տրված պայմանին:

Ընդգծում 1-11 - *Կամայական արագությամբ շարժվող փորձնական մասնիկի արագությունը (այս բաժնում K'' իներցիալ համակարգի հաստատուն արագությունը) K' և K իներցիալ համակարգերի նկատմամբ, սովորաբար նշանակվում է համապատասխանաբար u' և u տառանշաններով: Բայց մենք գերադասեցինք դրանց փոխարեն օգտագործել համապատասխանաբար u և w տառերը, իսկ նույն տառերի խազանշված տառերը վերապահելով այդ արագությունների համապատասխան հակադարձ արագությունների նշանակման համար:*

Այժմ դիտարկենք K'' իներցիալ համակարգի սկզբնակետի շարժումը: Այն K' իներցիալ համակարգի նկատմամբ նույնպես շարժվում է u հաստատուն արագությամբ և K իներցիալ համակարգի նկատմամբ՝ w հաստատուն արագությամբ: Այնուհետև գրանցենք K'' իներցիալ համակարգի սկզբնակետի շարժումը ժամանակի երկու տարբեր պահերի համար: Սկզբնակետի շարժման ժամանակատարածային առանցքաքսվերի տարբերությունները, այս երկու տարբեր պահերի (պատահարների) համար, K' և K իներցիալ համակարգերում կունենան հետևյալ արժեքները.

K' իներցիալ համակարգում		K իներցիալ համակարգում	
$\begin{cases} t'_2 - t'_1 = t' \\ x'_2 - x'_1 = x' = ut' \end{cases}$	և	$\begin{cases} t_2 - t_1 = t \\ x_2 - x_1 = x = wt \end{cases}$	1.4-1

Շարունակենք մեր հաշվումները, օգտվելով $(1.4-1)$-ով տրված նշանակումներից և $(1.3-38)$-ով տրված հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից:

- *Օգտվենք ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից*

Գրենք $(1.3-38)$-ով տրված ուղիղ ձևափոխության հավասարումները այդ երկու տարբեր պատահարների համար.

$\begin{cases} t'_2 = \beta(v)t_2 + g\gamma(v)\dfrac{v}{c^2}x_2 \\ x'_2 = \gamma(v)(x_2 - vt_2) \end{cases}$	և	$\begin{cases} t'_1 = \beta(v)t_1 + g\gamma(v)\dfrac{v}{c^2}x_1 \\ x'_1 = \gamma(v)(x_1 - vt_1) \end{cases}$	1.4-2

Օգտվելով (1.4 – 2)-ով տրված երկու պատահարների առանցքաբվերի ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից, հաշվենք դրանց միջև ժամանակի տևողությունը և հեռավորությունը հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} t'_2 - t'_1 = \beta(v)(t_2 - t_1) + g\gamma(v)\dfrac{v}{c^2}(x_2 - x_1) \\ x'_2 - x'_1 = \gamma(v)[(x_2 - x_1) - v(t_2 - t_1)] \end{cases} \quad 1.4\text{-}3$$

Այնուհետև (1.4 – 3)-ի մեջ տեղադրելով (1.4 – 1)-ով տրված երկու պատահարների միջև եղած ժամանակի տևողության և հեռավորության արժեքները, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} t' = \left[\beta(v) + g\gamma(v)\dfrac{vw}{c^2}\right]t \\ ut' = \gamma(v)(w - v)t \end{cases} \quad 1.4\text{-}4$$

Իրար վրա բաժանելով (1.4 – 4)-ի երկրորդ և առաջին հավասարումները մենք կստանանք հաստատուն արագությունների հանման բանաձևը.

$$\boxed{u = \frac{\gamma(v)(w - v)}{\beta(v) + g\gamma(v)\dfrac{vw}{c^2}}} \quad 1.4\text{-}5$$

- *Օգտվենք հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից*

Գրենք (1.3 – 38)-ով տրված հակադարձ ձևափոխության հավասարումները այդ նույն երկու պատահարների համար.

$$\begin{cases} t_2 = \beta(v')t'_2 + g\gamma(v')\dfrac{v'}{c^2}x'_2 \\ x_2 = \gamma(v')(x'_2 - v't'_2) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} t_1 = \beta(v')t'_1 + g\gamma(v')\dfrac{v'}{c^2}x'_1 \\ x_1 = \gamma(v')(x'_1 - v't'_1) \end{cases} \quad 1.4\text{-}6$$

Օգտվելով (1.4 – 6)-ով տրված այդ երկու պատահարների առանցքաբվերի հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից, հաշվենք դրանց միջև ժամանակի տևողությունը և հեռավորությունը հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} t_2 - t_1 = \beta(v')(t'_2 - t'_1) + g\gamma(v')\dfrac{v'}{c^2}(x'_2 - x'_1) \\ x_2 - x_1 = \gamma(v')[(x'_2 - x'_1) - v'(t'_2 - t'_1)] \end{cases} \quad 1.4\text{-}7$$

Այնուհետև (1.4 – 7)-ի մեջ տեղադրելով (1.4 – 1)-ով տրված երկու պատահարների միջև եղած ժամանակի տևողության և հեռավորության արժեքները, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} t = \left[\beta(v') + g\gamma(v')\dfrac{v'u}{c^2}\right]t' \\ wt = \gamma(v')(u - v')t' \end{cases} \quad 1.4\text{-}8$$

Իրար վրա բաժանելով (1.4 – 8)-ի երկրորդ և առաջին հավասարումները մենք կստանանք հաստատուն արագությունների գումարման բանաձևը.

$$\boxed{w = \frac{\gamma(v')(u - v')}{\beta(v') + g\gamma(v')\dfrac{v'u}{c^2}}} \quad 1.4\text{-}9$$

Եթե մենք հարաբերական արագությունների հանման և գումարման գործողությունները նշագրենք հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} u = w \ominus v \\ w = u \oplus v \end{cases} \quad 1.4\text{-}10$$

Ապա (1.4 – 5)-ով և (1.4 – 9)-ով տրված հաստատուն արագությունների հանման և գումարման բանաձևները գրելով միասին և օգտագործելով (1.4 – 10)-ով տրված նշագրումները, մենք կստանանք.

$$\boxed{\begin{cases} u = w \ominus v = \dfrac{\gamma(v)(w - v)}{\beta(v) + g\gamma(v)\dfrac{vw}{c^2}} \\[2ex] w = u \oplus v = \dfrac{\gamma(v')(u - v')}{\beta(v') + g\gamma(v')\dfrac{v'u}{c^2}} \end{cases}} \quad 1.4\text{-}11$$

1.5 - Կամայական Արագությունների Գումարման և Հանման Բանաձևերը

Այժմ էլ ենթադրենք որ փորձնական մասնիկը միաչափ տարածության մեջ շարժվում է կամայական արագությամբ և այդ փորձնական մասնիկի ակնթարթային արագությունները K' և K իներցիալ համակարգերում մենք նույնպես կնշանակենք համապատասխանաբար u և w տառերով և դրանց մեծությունները կորոշվեն հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} \dfrac{dx'}{dt'} = u \\ \dfrac{dx}{dt} = w \end{cases} \qquad 1.5\text{-}1$$

Դիֆֆերենցելով $(1.3-38)$-ով տրված հակադարձ ձևափոխության հավասարումները ըստ t' ժամանակի և այնտեղ տեղադրելով $\left(\dfrac{dx'}{dt'}\right)$-ի արժեքը $(1.5-1)$-ից, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} \dfrac{dt}{dt'} = \beta(v') + g\gamma(v')\dfrac{v'u}{c^2} \\ \dfrac{dx}{dt'} = \gamma(v')(u - v') \end{cases} \qquad 1.5\text{-}2$$

$(1.5-2)$-ի երկրորդ հավասարումը բաժանելով առաջին հավասարման վրա մենք կստանանք այդ փորձնական մասնիկի ակնթարթային արագությունը K իներցիալ համակարգի նկատմամբ, արտահայտված v' և u արագություններով, որն էլ հենց հանդիսանում է երկու u և v արագությունների գումարման բանաձևը.

$$\frac{dx}{dt} = w = \frac{\gamma(v')(u - v')}{\beta(v') + g\gamma(v')\dfrac{v'u}{c^2}} \qquad 1.5\text{-}3$$

Նմանապես դիֆֆերենցելով $(1.3-38)$-ով տրված ուղիղ ձևափոխության հավասարումները ըստ t ժամանակի և այնտեղ տեղադրելով $\left(\dfrac{dx}{dt}\right)$-ի արժեքը $(1.5-1)$-ից, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} \dfrac{dt'}{dt} = \beta(v) + g\gamma(v)\dfrac{vw}{c^2} \\ \dfrac{dx'}{dt} = \gamma(v)(w - v) \end{cases} \qquad 1.5\text{-}4$$

$(1.5-4)$-ի երկրորդ հավասարումը բաժանելով առաջին հավասարման վրա մենք կստանանք նույն փորձնական մասնիկի ակնթարթային արագությունը K' իներցիալ համակարգի նկատմամբ, արտահայտված v և w արագություններով, որն էլ հենց հանդիսանում է երկու w և v արագությունների հանման բանաձևը.

$$\frac{dx'}{dt'} = u = \frac{\gamma(v)(w - v)}{\beta(v) + g\gamma(v)\dfrac{vw}{c^2}} \qquad 1.5\text{-}5$$

$(1.5-3)$-ով և $(1.5-5)$-ով տրված երկու արագությունների հանման և գումարման բանաձևերը գրելով միասին և օգտագործելով $(1.4-10)$-ով տրված նշագրումները, մենք կստանանք.

$$\boxed{\begin{cases} u = w \ominus v = \dfrac{\gamma(v)(w - v)}{\beta(v) + g\gamma(v)\dfrac{vw}{c^2}} \\[2ex] w = u \oplus v = \dfrac{\gamma(v')(u - v')}{\beta(v') + g\gamma(v')\dfrac{v'u}{c^2}} \end{cases}} \qquad 1.5\text{-}6$$

Ընդգծում 1-12 - *Մենք տեսնում ենք որ* $(1.5-6)$*-ով տրված կամայական արագությունների հանման և գումարման բանաձևերը ճշգրիտ կերպով համընկնում են* $(1.4-11)$*-ով տրված հաստատուն արագությունների հանման և գումարման բանաձևերի հետ: Հետևաբար արագությունների հանման և գումարման բանաձևերը կախված չեն այն բանից թե այդ արագությունները հաստատուն են թե դրանք ունեն կամայական ակնթարթային բնույթ: Այնպես որ այդ բանաձևերը ճիշտ են և իներցիալ համակարգերի իրար նկատմամբ ունեցած հարաբերական արագությունների համար, և շարժվող փորձնական մասնիկի կամայական արագությունների համար:*

$(1.5-6)$-ի մեջ առաջին հավասարումը լուծելով ըստ w արագության և երկրորդ հավասարումը լուծելով ըստ u արագության, մենք ակնթարթային արագությունների գումարման և հանման համար կստանանք նաև հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} w = u \oplus v = \dfrac{\beta(v)u + \gamma(v)v}{\gamma(v)\left(1 - g\dfrac{vu}{c^2}\right)} \\ \\ u = w \ominus v = \dfrac{\beta(v')w + \gamma(v')v'}{\gamma(v')\left(1 - g\dfrac{v'w}{c^2}\right)} \end{cases} \qquad 1.5\text{-}7$$

Այժմ միասին գրենք $(1.5-2)$-ի և $(1.5-4)$-ի միայն առաջին հավասարումները.

$$\begin{cases} \dfrac{dt}{dt'} = \beta(v') + g\gamma(v')\dfrac{v'u}{c^2} \\ \\ \dfrac{dt'}{dt} = \beta(v) + g\gamma(v)\dfrac{vw}{c^2} \end{cases} \qquad 1.5\text{-}8$$

Այնուհետև $(1.5-8)$-ի առաջին հավասարման մեջ կիրառելով $(1.3-26)$-ը և երկրորդ հավասարման մեջ կիրառելով $(1.2-9)$-ը, մենք կստանանք նաև հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} \dfrac{dt}{dt'} = \beta(v')\left(1 - g\dfrac{vu}{c^2}\right) \\ \\ \dfrac{dt'}{dt} = \beta(v)\left(1 - g\dfrac{v'w}{c^2}\right) \end{cases} \qquad 1.5\text{-}9$$

Իրար հետ բազմապատկելով $(1.5-8)$-ով տրված հավասարումների համակարգի առաջին և երկրորդ հավասարումները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\left[\beta(v') + g\gamma(v')\frac{v'u}{c^2}\right]\left[\beta(v) + g\gamma(v)\frac{vw}{c^2}\right] = 1 \qquad 1.5\text{-}10$$

Նմանապես իրար հետ բազմապատկելով $(1.5-9)$-ով տրված հավասարումների համակարգի առաջին և երկրորդ հավասարումները, մենք կստանանք նաև հետևյալ առնչությունը.

$$\beta(v)\beta(v')\left(1 - g\frac{vu}{c^2}\right)\left(1 - g\frac{v'w}{c^2}\right) = 1 \qquad 1.5\text{-}11$$

Վերհիշելով $(1.3-23)$-ը, մենք $(1.5-11)$-ից կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\beta(v)\beta(v') = \gamma(v)\gamma(v') = \frac{1}{\left(1 - g\dfrac{vu}{c^2}\right)\left(1 - g\dfrac{v'w}{c^2}\right)} > 0 \qquad 1.5\text{-}12$$

Իրար հետ համեմատելով $(1.3-34)$-ով և $(1.5-12)$-ով տրված առնչությունները մենք կստանանք հետևյալ գեղեցիկ առնչությունը, որը իրար է կապում երկու տարբեր իներցիալ համակարգերի նկատմամբ <u>կամայական արագությամբ</u> շարժվող փործնական մասնիկի u և w ուղիղ արագությունները և նույն իներցիալ համակարգերի իրար նկատմամբ ունեցած v և v' ուղիղ և հակադարձ հարաբերական արագությունները:

$$\left(1 - g\frac{vu}{c^2}\right)\left(1 - g\frac{v'w}{c^2}\right) = 1 - g\frac{vv'}{c^2} \qquad 1.5\text{-}13$$

<u>Ընդգծում 1-13</u> - *Եթե մենք ընդունենք որ փործնական մասնիկը K' իներցիալ համակարգի նկատմամբ գտնվում է անշարժ վիճակում, այսինքն $u = 0$, ապա բնականաբար այն K իներցիալ համակարգի նկատմամբ շարժվում է $w = v$ հաստատուն արագությամբ և հետևաբար $(1.5-12)$-ով տրված բանաձևը դառնում է $(1.3-34)$-ով տրված բանաձևը, իսկ $(1.5-13)$-ով տրված բանաձևը դառնում է նույնություն:*

1.6 - Հաջորդական Ձևափոխությունների Կիրառումը

Քանի որ, համաձայն (ընդգծում 1-2)-ի, հարաբերականության հատուկ տեսության մեջ իրար նկատմամբ հարաբերական շարժման մեջ գտնվող իներցիալ համակարգերի առանցքաբվերի ձևափոխության հավասարումները ըստ ժամանակի և տարածության ունեն գծային կախվածություն, հետևաբար դրանք պետք է բավարարեն գծային ձևափոխության բոլոր հիմնական օրենքներին: Համաձայն գծային ձևափոխության ամենահիմնական օրենքի - հարաբերական շարժման հաջորդական գծային ձևափոխությունները առաջացնում են մի նոր նմանատիպ գծային ձևափոխություն:

Որպեսզի մենք ապացուցենք որ $(1.3-38)$-ով տրված հարաբերական շարժման ձևափոխության հավասարումները չեն հակասում գծային ձևափոխությունների ամենահիմնական օրենքին, ապա դրա համար կատարենք երկու հաջորդական ձևափոխություններ և պահանջենք որ ստացված արդյունարար ձևափոխությունը նույնպես լինի նույնատիպ գծային ձևափոխություն, այսինքն որպեսզի այն ունենա նույն տեսքը: Այս ճանապարհով մենք կկարողանանք որոշել մնացած անհայտ գործակիցների արտահայտությունները կամ այդ գործակիցների միջև գոյություն ունեցող առնչությունները:

Դրա համար ենթադրենք որ տրված են երեք K, K' և K'' ապազամետ աջլիկ իներցիալ համակարգերը, որտեղ, համաձայն (ընդգծում 1-11)-ի, K' իներցիալ համակարգը K իներցիալ համակարգի նկատմամբ շարժվում է v հաստատուն արագությամբ, իսկ K'' իներցիալ համակարգը K' իներցիալ համակարգի նկատմամբ շարժվում է u հաստատուն արագությամբ և K իներցիալ համակարգի նկատմամբ շարժվում է w հաստատուն արագությամբ: Ինչպես նաև բոլոր v, u և w հարաբերական արագությունները դրական մեծություններ են:

Այժմ օգտվելով $(1.3-38)$-ով տրված հարաբերական շարժման ձևափոխության հավասարումներից, գրենք վերոհիշյալ երեք իներցիալ համակարգերի ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները միմյանց նկատմամ հետևյալ կերպ.

- *Ձևափոխության հավասարումները K' և K իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ	
$\begin{cases} t' = \beta(v)t + g\gamma(v)\dfrac{v}{c^2}x \\ x' = \gamma(v)(x - vt) \end{cases}$	և	$\begin{cases} t = \beta(v')t' + g\gamma(v')\dfrac{v'}{c^2}x' \\ x = \gamma(v')(x' - v't') \end{cases}$	1.6-1

- *Ձևափոխության հավասարումները K'' և K' իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ	
$\begin{cases} t'' = \beta(u)t' + g\gamma(u)\dfrac{u}{c^2}x' \\ x'' = \gamma(u)(x' - ut') \end{cases}$	և	$\begin{cases} t' = \beta(u')t'' + g\gamma(u')\dfrac{u'}{c^2}x'' \\ x' = \gamma(u')(x'' - u't'') \end{cases}$	1.6-2

- *Ձևափոխության հավասարումները K'' և K իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ	
$\begin{cases} t'' = \beta(w)t + g\gamma(w)\dfrac{w}{c^2}x \\ x'' = \gamma(w)(x - wt) \end{cases}$	և	$\begin{cases} t = \beta(w')t'' + g\gamma(w')\dfrac{w'}{c^2}x'' \\ x = \gamma(w')(x'' - w't'') \end{cases}$	1.6-3

Որտեղ K, K' և K'' իներցիալ համակարգերի v', u' և w' հակադարձ հարաբերական արագությունների արտահայտությունները, համաձայն $(1.2-8)$-ի և $(1.3-37)$-ի նոր նշանակումների, կլինեն.

$$v' = -\frac{\gamma(v)}{\beta(v)}v \qquad \text{և} \qquad u' = -\frac{\gamma(u)}{\beta(u)}u \qquad \text{և} \qquad w' = -\frac{\gamma(w)}{\beta(w)}w \qquad 1.6\text{-}4$$

Իսկ $(1.3-32)$-ով տրված բանաձևերը կիրառելով K, K' և K'' իներցիալ համակարգերի ուղիղ և հակադարձ հարաբերական արագությունների համար, ինչպես նաև նույնպես վերիիշելով $(1.3-37)$-ի նոր նշանակումները, մենք կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} \beta(v') = \dfrac{\gamma(v)}{d(v)} \\ \gamma(v') = \dfrac{\beta(v)}{d(v)} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \beta(u') = \dfrac{\gamma(u)}{d(u)} \\ \gamma(u') = \dfrac{\beta(u)}{d(u)} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \beta(w') = \dfrac{\gamma(w)}{d(w)} \\ \gamma(w') = \dfrac{\beta(w)}{d(w)} \end{cases} \qquad 1.6\text{-}5$$

Այժմ օգտվելով երեք իներցիալ համակարգերի $(1.6-1)$-ով, $(1.6-2)$-ով և $(1.6-3)$-ով տրված ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից, կատարենք ժամանակի և տարածության երկու հաջորդական ձևափոխությունների բոլոր հնարավոր վեց տարբերակները: Այդ բոլոր հաջորդական ձևափոխությունները կատարելուց հետո մենք կստանանք v, u և w ուղիղ արագություններ և դրանց հակադարձ v', u' և w' արագություններ պարունակող գործակիցների միջև եղած բոլոր առնչությունները:

1. *Օգտվենք* $(1.6-1)$*-ով տրված ժամանակի և տարածության* *ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից*

Դրա համար $(1.6-3)$-ով տրված հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից t-ի և x-ի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.6-1)$-ով տրված ժամանակի և տարածության ուղիղ ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} t' = \left[\beta(v)\beta(w') - g\gamma(v)\gamma(w')\dfrac{vw'}{c^2}\right]t'' + g\gamma(w')\left[\beta(v)\dfrac{w'}{c^2} + \gamma(v)\dfrac{v}{c^2}\right]x'' \\ x' = \gamma(v)\gamma(w')\left(1 - g\dfrac{vw'}{c^2}\right)x'' - \gamma(v)[\gamma(w')w' + \beta(w')v]t'' \end{cases} \qquad 1.6\text{-}6$$

$(1.6-6)$-ով տրված ձևափոխությունների արտահայտությունները համեմատելով $(1.6-2)$-ով տրված t' ժամանակի և x' տարածության հակադարձ ձևափոխության հավասարումների հետ և իրար հավասարեցնելով t''-ի և x''-ի գործակիցները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

Ժամանակի ձևափոխությունից — Տարածության ձևափոխությունից

$$\begin{cases} \beta(u') = \beta(v)\beta(w') - g\gamma(v)\gamma(w')\dfrac{vw'}{c^2} \\ \gamma(u')u' = \gamma(w')[\beta(v)w' + \gamma(v)v] \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(u') = \gamma(v)\gamma(w')\left(1 - g\dfrac{vw'}{c^2}\right) \\ \gamma(u')u' = \gamma(v)[\gamma(w')w' + \beta(w')v] \end{cases} \qquad 1.6\text{-}7$$

2. *Օգտվենք* $(1.6-1)$*-ով տրված ժամանակի և տարածության* *հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից*

Դրա համար $(1.6-2)$-ով տրված հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից t'-ի և x'-ի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.6-1)$-ով տրված ժամանակի և տարածության հակադարձ ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} t = \left[\beta(v')\beta(u') - g\gamma(v')\gamma(u')\dfrac{v'u'}{c^2}\right]t'' + g\dfrac{1}{c^2}\gamma(u')[\beta(v')u' + \gamma(v')v']x'' \\ x = \gamma(v')\gamma(u')\left(1 - g\dfrac{v'u'}{c^2}\right)x'' - \gamma(v')[\gamma(u')u' + \beta(u')v']t'' \end{cases} \qquad 1.6\text{-}8$$

$(1.6-8)$-ով տրված ձևափոխությունների արտահայտությունները համեմատելով $(1.6-3)$-ով տրված t ժամանակի և x տարածության հակադարձ ձևափոխության հավասարումների հետ և իրար հավասարեցնելով t''-ի և x''-ի գործակիցները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

Ժամանակի ձևափոխությունից — Տարածության ձևափոխությունից

$$\begin{cases} \beta(w') = \beta(v')\beta(u') - g\gamma(v')\gamma(u')\dfrac{v'u'}{c^2} \\ \gamma(w')w' = \gamma(u')[\beta(v')u' + \gamma(v')v'] \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(w') = \gamma(v')\gamma(u')\left(1 - g\dfrac{v'u'}{c^2}\right) \\ \gamma(w')w' = \gamma(v')[\gamma(u')u' + \beta(u')v'] \end{cases} \qquad 1.6\text{-}9$$

3. *Օգտվենք* $(1.6-2)$*-ով տրված ժամանակի և տարածության* *ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից*

Դրա համար $(1.6-1)$-ով տրված ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից t'-ի և x'-ի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.6-2)$-ով տրված ժամանակի և տարածության ուղիղ ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} t'' = \left[\beta(v)\beta(u) - g\gamma(v)\gamma(u)\frac{vu}{c^2}\right]t + g\frac{1}{c^2}\gamma(v)[\gamma(u)u + \beta(u)v]x \\ x'' = \gamma(v)\gamma(u)\left(1 - g\frac{vu}{c^2}\right)x - \gamma(u)[\beta(v)u + \gamma(v)v]t \end{cases} \quad 1.6\text{-}10$$

$(1.6-10)$-ով տրված ձևափոխությունների արտահայտությունները համեմատելով $(1.6-3)$-ով տրված t'' ժամանակի և x'' տարածության ուղիղ ձևափոխության հավասարումների հետ և իրար հավասարեցնելով t-ի և x-ի գործակիցները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

Ժամանակի ձևափոխությունից և Տարածության ձևափոխությունից

$$\begin{cases} \beta(w) = \beta(v)\beta(u) - g\gamma(v)\gamma(u)\frac{vu}{c^2} \\ \gamma(w)w = \gamma(v)[\gamma(u)u + \beta(u)v] \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(w) = \gamma(v)\gamma(u)\left(1 - g\frac{vu}{c^2}\right) \\ \gamma(w)w = \gamma(u)[\beta(v)u + \gamma(v)v] \end{cases} \quad 1.6\text{-}11$$

4. *Օգտվենք* $(1.6-2)$*-ով տրված ժամանակի և տարածության հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից*

Դրա համար $(1.6-3)$-ով տրված ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից t''-ի և x''-ի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.6-2)$-ով տրված ժամանակի և տարածության հակադարձ ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} t' = \left[\beta(u')\beta(w) - g\gamma(u')\gamma(w)\frac{u'w}{c^2}\right]t + g\frac{1}{c^2}\gamma(w)[\beta(u')w + \gamma(u')u']x \\ x' = \gamma(u')\gamma(w)\left(1 - g\frac{u'w}{c^2}\right)x - \gamma(u')[\gamma(w)w + \beta(w)u']t \end{cases} \quad 1.6\text{-}12$$

$(1.6-12)$-ով տրված ձևափոխությունների արտահայտությունները համեմատելով $(1.6-1)$-ով տրված t' ժամանակի և x' տարածության ուղիղ ձևափոխության հավասարումների հետ և իրար հավասարեցնելով t-ի և x-ի գործակիցները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

Ժամանակի ձևափոխությունից և Տարածության ձևափոխությունից

$$\begin{cases} \beta(v) = \beta(u')\beta(w) - g\gamma(u')\gamma(w)\frac{u'w}{c^2} \\ \gamma(v)v = \gamma(w)[\beta(u')w + \gamma(u')u'] \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(v) = \gamma(u')\gamma(w)\left(1 - g\frac{u'w}{c^2}\right) \\ \gamma(v)v = \gamma(u')[\gamma(w)w + \beta(w)u'] \end{cases} \quad 1.6\text{-}13$$

5. *Օգտվենք* $(1.6-3)$*-ով տրված ժամանակի և տարածության* *ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից*

Դրա համար $(1.6-1)$-ով տրված հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից t-ի և x-ի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.6-3)$-ով տրված ժամանակի և տարածության ուղիղ ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} t'' = \left[\beta(v')\beta(w) - g\gamma(v')\gamma(w)\frac{v'w}{c^2}\right]t' + g\frac{1}{c^2}\gamma(v')[\gamma(w)w + \beta(w)v']x' \\ x'' = \gamma(v')\gamma(w)\left(1 - g\frac{v'w}{c^2}\right)x' - \gamma(w)[\beta(v')w + \gamma(v')v']t' \end{cases} \quad 1.6\text{-}14$$

$(1.6-14)$-ով տրված ձևափոխությունների արտահայտությունները համեմատելով $(1.6-2)$-ով տրված t'' ժամանակի և x'' տարածության ուղիղ ձևափոխության հավասարումների հետ և իրար հավասարեցնելով t'-ի և x'-ի գործակիցները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

Ժամանակի ձևափոխությունից

$$\begin{cases} \beta(u) = \beta(v')\beta(w) - g\gamma(v')\gamma(w)\dfrac{v'w}{c^2} \\ \gamma(u)u = \gamma(v')[\gamma(w)w + \beta(w)v'] \end{cases}$$

և

Տարածության ձևափոխությունից

$$\begin{cases} \gamma(u) = \gamma(v')\gamma(w)\left(1 - g\dfrac{v'w}{c^2}\right) \\ \gamma(u)u = \gamma(w)[\beta(v')w + \gamma(v')v'] \end{cases} \quad 1.6\text{-}15$$

6. *Օգտվենք* $(1.6-3)$*-ով տրված ժամանակի և տարածության* *<u>հակադարձ ձևափոխության հավասարումներից</u>*

Դրա համար $(1.6-2)$-ով տրված ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից t''-ի և x''-ի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.6-3)$-ով տրված ժամանակի և տարածության հակադարձ ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} t = \left[\beta(u)\beta(w') - g\gamma(u)\gamma(w')\dfrac{uw'}{c^2}\right]t' + g\dfrac{1}{c^2}\gamma(u)[\gamma(w')w' + \beta(w')u]x' \\ x = \gamma(u)\gamma(w')\left(1 - g\dfrac{uw'}{c^2}\right)x' - \gamma(w')[\beta(u)w' + \gamma(u)u]t' \end{cases} \quad 1.6\text{-}16$$

$(1.6-16)$-ով տրված ձևափոխության արտահայտությունները համեմատելով $(1.6-1)$-ով տրված t ժամանակի և x տարածության հակադարձ ձևափոխության հավասարումների հետ և իրար հավասարեցնելով t'-ի և x'-ի գործակիցները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

Ժամանակի ձևափոխությունից

$$\begin{cases} \beta(v') = \beta(u)\beta(w') - g\gamma(u)\gamma(w')\dfrac{uw'}{c^2} \\ \gamma(v')v' = \gamma(u)[\gamma(w')w' + \beta(w')u] \end{cases}$$

և

Տարածության ձևափոխությունից

$$\begin{cases} \gamma(v') = \gamma(u)\gamma(w')\left(1 - g\dfrac{uw'}{c^2}\right) \\ \gamma(v')v' = \gamma(w')[\beta(u)w' + \gamma(u)u] \end{cases} \quad 1.6\text{-}17$$

Այսպիսով, երեք իներցիալ համակարգերի միջև մենք կատարեցինք ժամանակի և տարածության բոլոր հնարավոր հաջորդական ձևափոխությունները և ստացանք 24 հատ առնչություններ: Օգտվելով այդ հավասարումներից, հաջորդ բաժնում, մենք կկատարենք կարևոր հետևություններ:

1.7 - Կարևոր Հետևություններ Հաջորդական Ձևափոխությունների Կիրառումից

Այժմ $(1.6-9)$-ի ժամանակի ձևափոխությունից ստացված երկու հավասարումների մեջ տեղադրելով $(1.6-4)$-ով տրված խազավոր արագությունների և $(1.6-5)$-ով տրված խազավոր արագություն պարունակող գործակիցների արտահայտությունները, ինչպես նաև կատարելով որոշ կրճատումներ, մենք կստանանք հետևյալ երկու առնչությունները.

$$\begin{cases} \gamma(w) = \dfrac{d(w)}{d(v)d(u)}\gamma(v)\gamma(u)\left(1 - g\dfrac{vu}{c^2}\right) \\ \gamma(w)w = \dfrac{d(w)}{d(v)d(u)}\gamma(v)[\gamma(u)u + \beta(u)v] \end{cases} \quad 1.7\text{-}1$$

$(1.7-1)$-ի առաջին հավասարումը համեմատելով $(1.6-11)$-ի տարածության ձևափոխությունից ստացված առաջին հավասարման հետ կամ $(1.7-1)$-ի երկրորդ հավասարումը համեմատելով $(1.6-11)$-ի ժամանակի ձևափոխությունից ստացված երկրորդ հավասարման հետ, ձևափոխության որոշիչների համար մենք կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\boxed{d(w) = d(v)d(u)} \quad 1.7\text{-}2$$

Այժմ իրար հավասարեցնելով (1.6 – 7)-ով, (1.6 – 9)-ով, (1.6 – 11)-ով, (1.6 – 13)-ով, (1.6 – 15)-ով և (1.6 – 17)-ով տրված հավասարումների համակարգերի երկրորդ հավասարումների աջ կողմի արտահայտությունները և կատարելով միևնույն արագությունը և այդ արագությունը պարունակող գործակիցների խմբավորում, մենք կստանանք հետևյալ վեց առնչությունները.

$$\begin{cases} 1)\quad \dfrac{\beta(v)-\gamma(v)}{\gamma(v)v} = \dfrac{\beta(w')-\gamma(w')}{\gamma(w')w'} \\ 2)\quad \dfrac{\beta(v')-\gamma(v')}{\gamma(v')v'} = \dfrac{\beta(u')-\gamma(u')}{\gamma(u')u'} \\ 3)\quad \dfrac{\beta(v)-\gamma(v)}{\gamma(v)v} = \dfrac{\beta(u)-\gamma(u)}{\gamma(u)u} \\ 4)\quad \dfrac{\beta(u')-\gamma(u')}{\gamma(u')u'} = \dfrac{\beta(w)-\gamma(w)}{\gamma(w)w} \\ 5)\quad \dfrac{\beta(v')-\gamma(v')}{\gamma(v')v'} = \dfrac{\beta(w)-\gamma(w)}{\gamma(w)w} \\ 6)\quad \dfrac{\beta(w')-\gamma(w')}{\gamma(w')w'} = \dfrac{\beta(u)-\gamma(u)}{\gamma(u)u} \end{cases} \qquad 1.7\text{-}3$$

Իսկ օգտվելով (1.6 – 4)-ով և (1.6 – 5)-ով տրված բանաձևերից, հեշտ է համոզվել հետևյալ առնչությունների ճշտության մեջ.

$$\begin{cases} \dfrac{\beta(v')-\gamma(v')}{\gamma(v')v'} = \dfrac{\beta(v)-\gamma(v)}{\gamma(v)v} \\ \dfrac{\beta(u')-\gamma(u')}{\gamma(u')u'} = \dfrac{\beta(u)-\gamma(u)}{\gamma(u)u} \\ \dfrac{\beta(w')-\gamma(w')}{\gamma(w')w'} = \dfrac{\beta(w)-\gamma(w)}{\gamma(w)w} \end{cases} \qquad 1.7\text{-}4$$

Այնուհետև (1.7 – 4)-ով տրված առնչությունները կիրառելով (1.7 – 3)-ի մեջ, մենք կստանանք միայն մեկ առնչություն, որը կախված չէ ուղիղ կամ հակադարձ արագություններից: Այսինքն այդ առնչությունը մնում է նույնը <u>կամայական</u> $(v,\ u,\ w)$ ուղիղ արագությունների և դրանց հակադարձ $(v',\ u',\ w')$ արագությունների համար: Հետևաբար այդ առնչությունը պետք է լինի հաստատուն մեծություն, որը և մենք կնշանակենք $Հ_2$ տառանշանով հետևյալ կերպ.

$$\frac{\beta(v)-\gamma(v)}{\gamma(v)v} = \frac{\beta(u)-\gamma(u)}{\gamma(u)u} = \frac{\beta(w)-\gamma(w)}{\gamma(w)w} = \frac{\beta(v')-\gamma(v')}{\gamma(v')v'} = \frac{\beta(u')-\gamma(u')}{\gamma(u')u'} = \frac{\beta(w')-\gamma(w')}{\gamma(w')w'} = Հ_2 = \text{հաստատուն} \qquad 1.7\text{-}5$$

Քանի որ, համաձայն (<u>ընդգծում 1-10</u>)-ի, β և γ գործակիցները չափողականություն չունեն, ապա բնականաբար (1.7 – 5)-ով տրված առնչությունը ունի արագության հակադարձ չափողականություն և հետևաբար այդ նոր $Հ_2$ հաստատուն մեծությունը հարաբերելով տիեզերական c արագության հետ մենք կարող ենք այն գրել հետևյալ կերպ.

$$\boxed{Հ_2 = s\frac{1}{c}} \qquad 1.7\text{-}6$$

Որտեղ s-ը ժամանակատարածության երկրաչափական կառուցվածքը բնութագրող մի նոր հաստատուն մեծություն է և այն բոլոր իներցիալ համակարգերում ունի միևնույն արժեքը: (1.7 – 5)-ով տրված առնչությունը գրելով միայն ուղիղ և միայն հակադարձ արագությունների համար, մենք կստանանք հետևյալ երկու առնչությունները.

$$\begin{cases} \dfrac{\beta(v)-\gamma(v)}{\gamma(v)v} = \dfrac{\beta(u)-\gamma(u)}{\gamma(u)u} = \dfrac{\beta(w)-\gamma(w)}{\gamma(w)w} = s\dfrac{1}{c} \\ \\ \dfrac{\beta(v')-\gamma(v')}{\gamma(v')v'} = \dfrac{\beta(u')-\gamma(u')}{\gamma(u')u'} = \dfrac{\beta(w')-\gamma(w')}{\gamma(w')w'} = s\dfrac{1}{c} \end{cases} \qquad 1.7\text{-}7$$

Լուծելով $(1.7-7)$-ով տրված առաջին հավասարումները β գործակիցների նկատմամբ մենք կստանանք հետևյալ գեղեցիկ բանաձևերը, որոնք ճիշտ են կամայական ուղիղ արագությունների համար.

$$\begin{cases} \beta(v) = \gamma(v)(1+s\frac{v}{c}) \\ \beta(u) = \gamma(u)(1+s\frac{u}{c}) \\ \beta(w) = \gamma(w)(1+s\frac{w}{c}) \end{cases} \quad 1.7\text{-}8$$

Նույնպես լուծելով $(1.7-7)$-ով տրված երկրորդ հավասարումները β գործակիցների նկատմամբ, $(1.7-8)$-ին համանման, մենք կստանանք հետևյալ բանաձևերը կամայական հակադարձ արագությունների համար.

$$\begin{cases} \beta(v') = \gamma(v')\left(1+s\frac{v'}{c}\right) \\ \beta(u') = \gamma(u')\left(1+s\frac{u'}{c}\right) \\ \beta(w') = \gamma(w')\left(1+s\frac{w'}{c}\right) \end{cases} \quad 1.7\text{-}9$$

β գործակիցների արտահայտությունները $(1.7-8)$-ից տեղադրելով $(1.6-4)$-ով տրված հակադարձ արագությունների բանաձևերի մեջ, մենք կստանանք հակադարձ արագության կապը ուղիղ արագության հետ.

$$v' = -\frac{v}{1+s\frac{v}{c}} \quad \text{և} \quad u' = -\frac{u}{1+s\frac{u}{c}} \quad \text{և} \quad w' = -\frac{w}{1+s\frac{w}{c}} \quad 1.7\text{-}10$$

$(1.7-10)$-ով տրված բանաձևերը լուծելով ըստ ուղիղ արագությունների, մենք կստանանք.

$$v = -\frac{v'}{1+s\frac{v'}{c}} \quad \text{և} \quad u = -\frac{u'}{1+s\frac{u'}{c}} \quad \text{և} \quad w = -\frac{w'}{1+s\frac{w'}{c}} \quad 1.7\text{-}11$$

Այնուհետև $(1.6-5)$-ով տրված հավասարումների համակարգերի առաջին և երկրորդ հավասարումների մեջ տեղադրելով $(1.7-8)$-ով և $(1.7-9)$-ով տրված β գործակիցների արտահայտությունները, ինչպես նաև օգտվելով $(1.3-30)$-ից, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \gamma(v') = \frac{\gamma(v)}{d(v)}(1+s\frac{v}{c}) \\ \gamma(v) = \frac{\gamma(v')}{d(v')}\left(1+s\frac{v'}{c}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(u') = \frac{\gamma(u)}{d(u)}(1+s\frac{u}{c}) \\ \gamma(u) = \frac{\gamma(u')}{d(u')}\left(1+s\frac{u'}{c}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(w') = \frac{\gamma(w)}{d(w)}(1+s\frac{w}{c}) \\ \gamma(w) = \frac{\gamma(w')}{d(w')}\left(1+s\frac{w'}{c}\right) \end{cases} \quad 1.7\text{-}12$$

$(1.7-10)$-ի, $(1.7-11)$-ի և $(1.7-12)$-ի համատեղ կիրառումից մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \gamma(v')v' = -\frac{1}{d(v)}\gamma(v)v \\ \gamma(v)v = -\frac{1}{d(v')}\gamma(v')v' \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(u')u' = -\frac{1}{d(u)}\gamma(u)u \\ \gamma(u)u = -\frac{1}{d(u')}\gamma(u')u' \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(w')w' = -\frac{1}{d(w)}\gamma(w)w \\ \gamma(w)w = -\frac{1}{d(w')}\gamma(w')w' \end{cases} \quad 1.7\text{-}13$$

Իրար հետ բազմապատկելով $(1.7-10)$-ով և $(1.7-11)$-ով տրված բանաձևերը, մենք կամայական w և w' ուղիղ և հակադարձ արագության համար կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$(1+s\frac{w}{c})\left(1+s\frac{w'}{c}\right) = 1 \quad 1.7\text{-}14$$

Օգտվելով $(1.7-10)$-ից, նույնպես կամայական w արագության համար, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \dfrac{w'}{1+\frac{1}{2}s\frac{w'}{c}} = -\dfrac{w}{1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}} \\ 1+\frac{1}{2}s\frac{w'}{c} = \dfrac{1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}}{1+s\frac{w}{c}} \\ 1+s\frac{w'}{c}+g\frac{w'^2}{c^2} = \dfrac{1+s\frac{w}{c}+g\frac{w^2}{c^2}}{(1+s\frac{w}{c})^2} \end{cases} \quad 1.7\text{-}15$$

Համատեղ կիրառելով $(1.7-12)$-ը և $(1.7-15)$-ի երկրորդ հավասարումը, կամայական w արագության համար մենք կստանանք հետևյալ կարևոր առնչությունը.

$$\gamma(w')\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{w'}{c}\right) = \frac{1}{d(w)}\gamma(w)(1+\tfrac{1}{2}s\frac{w}{c}) \quad 1.7\text{-}16$$

Իսկ $(1.3-34)$-ի մեջ տեղադրելով $(1.7-8)$-ով և $(1.7-9)$-ով տրված β գործակիցների արտահայտությունները, կամայական w արագության համար մենք կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\gamma(w)\gamma(w') = \beta(w)\beta(w') = \frac{1+s\frac{w}{c}}{1+s\frac{w}{c}+g\frac{w^2}{c^2}} = \frac{1+s\frac{w'}{c}}{1+s\frac{w'}{c}+g\frac{w'^2}{c^2}} = \frac{1}{1-g\frac{ww'}{c^2}} > 0 \quad 1.7\text{-}17$$

$(1.7-17)$-ից հետևում է նաև, որ կամայական w և w' ուղիղ և հակադարձ արագության համար միշտ տեղի ունի հետևյալ առնչությունը.

$$\boxed{g\frac{ww'}{c^2} < 1} \quad 1.7\text{-}18$$

Եթե այժմ $(1.3-28)$-ով և $(1.3-31)$-ով տրված որոշիչի արտահայտությունների մեջ տեղադրենք $\beta(v)$-ի արտահայտությունը $(1.7-8)$-ից և $\beta(v')$-ի արտահայտությունը $(1.7-9)$-ից, ինչպես նաև վերհիշելով $(1.3-29)$-ը և $(1.3-37)$-ը, ապա մենք $d(v)$ և $d(v')$ որոշիչների համար կստանանք նաև հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} d(v) = \gamma^2(v)(1+s\frac{v}{c})\left(1-g\frac{vv'}{c^2}\right) \neq 0 \\ d(v) = \gamma^2(v)\left(1+s\frac{v}{c}+g\frac{v^2}{c^2}\right) \neq 0 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} d(v') = \gamma^2(v')\left(1+s\frac{v'}{c}\right)\left(1-g\frac{vv'}{c^2}\right) \neq 0 \\ d(v') = \gamma^2(v')\left(1+s\frac{v'}{c}+g\frac{v'^2}{c^2}\right) \neq 0 \end{cases} \quad 1.7\text{-}19$$

Իրար հետ բազմապատկելով $(1.7-19)$-ով տրված հավասարումների համակարգերի երկրորդ հավասարումները և այնուհետև օգտվելով $(1.3-30)$-ից և $(1.7-17)$-ից, մենք կստանանք հետևյալ համաչափ առնչությունը.

$$\boxed{\left(1+s\frac{v}{c}+g\frac{v^2}{c^2}\right)\left(1+s\frac{v'}{c}+g\frac{v'^2}{c^2}\right) = \left(1-g\frac{vv'}{c^2}\right)^2} \quad 1.7\text{-}20$$

Այժմ $(1.3-35)$-ով տրված դրական և բացասական ձևափոխությունների պայմանի մեջ տեղադրելով կամայական w արագության համար $\beta(w)$ և $\beta(w')$ գործակիցների արտահայտությունները $(1.7-8)$-ից և $(1.7-9)$-ից, ինչպես նաև վերհիշելով $(1.3-11)$-ը, մենք կստանանք հետևյալ նոր պայմանները.

Դրական ձևափոխություններ / Բացասական ձևափոխություններ

$$\begin{cases} 1+s\frac{w}{c} > 0 \\ 1+s\frac{w'}{c} > 0 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} 1+s\frac{w}{c} < 0 \\ 1+s\frac{w'}{c} < 0 \end{cases} \quad 1.7\text{-}21$$

Այնուհետև օգտվելով $(1.7-21)$-ով տրված դրական - բացասական ձևափոխությունների նոր պայմանից և $(1.7-17)$-ով տրված առնչությունից, կարող ենք եզրակացնել որ կամայական արագության համար դրական և բացասական ձևափոխությունների պայմանը մենք կարող ենք գրել նաև միասին հետևյալ կերպ.

Դրական ձևափոխություններ / Բացասական ձևափոխություններ

$$\boxed{\begin{cases} 1+s\frac{w}{c} > 0 \\ 1+s\frac{w}{c}+g\frac{w^2}{c^2} > 0 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} 1+s\frac{w}{c} < 0 \\ 1+s\frac{w}{c}+g\frac{w^2}{c^2} < 0 \end{cases}} \quad 1.7\text{-}22$$

Օգտվելով $(1.7-19)$-ով տրված հավասարումների համակարգերի երկրորդ հավասարումներից, ինչպես նաև համաձայն $(1.1-20)$-ի և $(1.7-22)$-ի, դրական և բացասական ձևափոխությունների պայմանի, մենք կարող ենք որոշել $\gamma(v)$ և $\gamma(v')$ գործակիցների արտահայտությունները դրական և բացասական ձևափոխությունների համար հետևյալ կերպ.

Դրական ձևափոխություններ / Բացասական ձևափոխություններ

$$\boxed{\begin{cases} \gamma(v) = \dfrac{\sqrt{d(v)}}{\sqrt{1+s\frac{v}{c}+g\frac{v^2}{c^2}}} > 0 \\ \gamma(v') = \dfrac{\sqrt{d(v')}}{\sqrt{1+s\frac{v'}{c}+g\frac{v'^2}{c^2}}} > 0 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(v) = \dfrac{\sqrt{-d(v)}}{\sqrt{-\left(1+s\frac{v}{c}+g\frac{v^2}{c^2}\right)}} > 0 \\ \gamma(v') = \dfrac{\sqrt{-d(v')}}{\sqrt{-\left(1+s\frac{v'}{c}+g\frac{v'^2}{c^2}\right)}} > 0 \end{cases}} \quad 1.7\text{-}23$$

Ընդգծում 1-14 - *Թվում է թե բավական է* $(1.7-23)$*-ի մեջ ընդունել* $d(v) = \pm 1$ *(կամ որ նույն է ընդունել* $d(v') = \pm 1$*) և մենք հեշտությամբ կարող ենք որոշել* $\gamma(v)$ *գործակցի արժեքը (կամ* $\gamma(v')$ *գործակցի արժեքը): Բայց մինչև վերջ Անկեղծ լինելու համար պետք է ասել որ* $d(v) = \pm 1$ *ընդունելությունը կամայական է և չի բխում* $(1-\text{Բ})$*-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության հիմնադրույթներից: Հետևաբար* $\gamma(v)$ *գործակցի արժեքը գտնելու համար մենք պետք է որոնենք մեկ այլ ճանապարհ, որը կբխի մեր հարաբերականության հիմնադրույթներից:*

Օգտվելով $(1.6-7)$-ով, $(1.6-9)$-ով, $(1.6-11)$-ով, $(1.6-13)$-ով, $(1.6-15)$-ով և $(1.6-17)$-ով տրված հավասարումների համակարգերի տարածության ձևափոխության հավասարումներից և երկրորդ հավասարումները բաժանելով առաջին հավասարումների վրա, ինչպես նաև օգտագործելով $(1.7-8)$-ով և $(1.7-9)$-ով տրված բանաձևերը, մենք կստանանք $(v,\, u,\, w)$ և $(v',\, u',\, w')$ հարաբերական արագությունների միջև գոյություն ունեցող բոլոր առնչությունները:

- $(1.6-9)$*-ով և* $(1.6-11)$*-ով տրված տարածության ձևափոխության հավասարումներից, մենք կստանանք*

w ուղիղ արագության համար և w' հակադարձ արագության համար

$$w = \frac{u + v + s\frac{vu}{c}}{1 - g\frac{vu}{c^2}} \quad \text{և} \quad w' = \frac{u' + v' + s\frac{v'u'}{c}}{1 - g\frac{v'u'}{c^2}} \tag{1.7-24}$$

- $(1.6-7)$*-ով և* $(1.6-15)$*-ով տրված տարածության ձևափոխության հավասարումներից, մենք կստանանք*

u ուղիղ արագության համար և u' հակադարձ արագության համար

$$u = \frac{w + v' + s\frac{v'w}{c}}{1 - g\frac{v'w}{c^2}} \quad \text{և} \quad u' = \frac{w' + v + s\frac{vw'}{c}}{1 - g\frac{vw'}{c^2}} \tag{1.7-25}$$

- $(1.6-13)$*-ով և* $(1.6-17)$*-ով տրված տարածության ձևափոխության հավասարումներից, մենք կստանանք*

v ուղիղ արագության համար և v' հակադարձ արագության համար

$$v = \frac{w + u' + s\frac{u'w}{c}}{1 - g\frac{u'w}{c^2}} \quad \text{և} \quad v' = \frac{w' + u + s\frac{uw'}{c}}{1 - g\frac{uw'}{c^2}} \tag{1.7-26}$$

Օգտվելով $(1.7-10)$-ով տրված հակադարձ արագությունների կամ $(1.7-11)$-ով տրված ուղիղ արագությունների բանաձևերից, մենք $(1.7-25)$-ով և $(1.7-26)$-ով տրված արագության ձևափոխության բանաձևերը, $(1.7-24)$-ին համանման, կարող ենք նույնպես արտահայտել կամ միայն ուղիղ արագություններով և կամ էլ միայն հակադարձ արագություններով, ինչպես ցույց է տրված ստորև:

- $(1.7-25)$*-ը արտահայտված միայն ուղիղ կամ միայն հակադարձ արագություններով, կլինի*

u ուղիղ արագության համար և u' հակադարձ արագության համար

$$u = \frac{w - v}{1 + s\frac{v}{c} + g\frac{vw}{c^2}} \quad \text{և} \quad u' = \frac{w' - v'}{1 + s\frac{v'}{c} + g\frac{v'w'}{c^2}} \tag{1.7-27}$$

- $(1.7-26)$*-ը արտահայտված միայն ուղիղ կամ միայն հակադարձ արագություններով, կլինի*

v ուղիղ արագության համար և v' հակադարձ արագության համար

$$v = \frac{w - u}{1 + s\frac{u}{c} + g\frac{uw}{c^2}} \quad \text{և} \quad v' = \frac{w' - u'}{1 + s\frac{u'}{c} + g\frac{u'w'}{c^2}} \tag{1.7-28}$$

$(1.7-24)$-ի ձախ կողմի հավասարումը մենք կարող ենք համարել որպես երկու ուղիղ արագությունների գումարման բանաձև, որը կարող ենք գրել հետևյալ կերպ.

$$w = u \oplus v = \frac{u + v + s\frac{vu}{c}}{1 - g\frac{vu}{c^2}} \tag{1.7-29}$$

Իսկ $(1.7-27)$-ի ձախ կողմի հավասարումը մենք կարող ենք համարել որպես երկու ուղիղ արագությունների հանման բանաձև, որը կարող ենք գրել հետևյալ կերպ.

$$u = w \ominus v = \frac{w - v}{1 + s\frac{v}{c} + g\frac{vw}{c^2}} \tag{1.7-30}$$

Ընդգծում 1-15 - $(1.7-29)$*-ով և* $(1.7-30)$*-ով տրված արագությունների գումարման և հանման բանաձևերը մենք կարող էինք ստանալ նաև* $(1.5-7)$*-ի և* $(1.5-6)$*-ի առաջին հավասարումներից, այնտեղ տեղադրելով* $\beta(v)$ *գործակցի արտահայտությունը* $(1.7-8)$*-ից:*

$(1.6-7)$-ով, $(1.6-9)$-ով, $(1.6-11)$-ով, $(1.6-13)$-ով, $(1.6-15)$-ով և $(1.6-17)$-ով տրված տարածության ձևափոխության առաջին հավասարումները հանդիսանում են γ գործակիցների բոլոր հնարավոր ձևափոխությունները, որոնք միասին գրված կլինեն.

$$\begin{cases} 1)\ \gamma(v) = \gamma(u')\gamma(w)\left(1 - g\frac{u'w}{c^2}\right) \\ 2)\ \gamma(u) = \gamma(v')\gamma(w)\left(1 - g\frac{v'w}{c^2}\right) \\ 3)\ \gamma(w) = \gamma(v)\gamma(u)\left(1 - g\frac{vu}{c^2}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} 4)\ \gamma(v') = \gamma(u)\gamma(w')\left(1 - g\frac{uw'}{c^2}\right) \\ 5)\ \gamma(u') = \gamma(v)\gamma(w')\left(1 - g\frac{vw'}{c^2}\right) \\ 6)\ \gamma(w') = \gamma(v')\gamma(u')\left(1 - g\frac{v'u'}{c^2}\right) \end{cases} \tag{1.7-31}$$

Ընդգծում 1-16 - γ *գործակիցների և արագությունների համար մենք կարող ենք ստանալ բազում այլ առնչություններ, որոնք օգտակար կլինեն մեզ «Հայկական Հարաբերականության Մեքանիկայի Տեսության» կառուցման համար և դրանց հետ ընթերցողը կարող է ծանոթանալ (հավելված 1)-ում:*

Եւ վերջապես, $(1.7-8)$-ով և $(1.7-9)$-ով տրված β գործակից-ֆունկցիայի արտահայտությունները տեղադրելով $(1.3-38)$-ով տրված հարաբերական շարժման ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք դրանք կարտահայտենք միայն γ գործակցով ինչպես ցույց է տրված ստորև.

Ուղիղ ձևափոխություններ — Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} t' = \gamma(v)\left[(1 + s\frac{v}{c})t + g\frac{v}{c^2}x\right] \\ x' = \gamma(v)(x - vt) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} t = \gamma(v')\left[\left(1 + s\frac{v'}{c}\right)t' + g\frac{v'}{c^2}x'\right] \\ x = \gamma(v')(x' - v't') \end{cases} \tag{1.7-32}$$

Ընդգծում 1-17 - $(1.7-32)$*-ով տրված հարաբերական շարժման ձևափոխության հավասարումները մենք կանվանենք - հարաբերականության հատուկ տեսության Հայկական ձևափոխության հավասարումներ կամ կրճատ՝ Հայկական ձևափոխության հավասարումներ, որտեղ մենք դեռ պետք է որոշենք* γ *գործակից-ֆունկցիայի արտահայտությունը: Այդ անհայտ գործակիցը որոշելու համար մենք պետք է օգտագործենք հարաբերականության հիմնադրույթի մեկ այլ՝ ավելի ընդհանուր փաստ, համաձայն որի ժամանակատարածության մեջ երկու կամայական պատահարների միջև եղած հեռավորությունը ունի նույն հանրահաշվական տեսքը բոլոր իներցիալ համակարգերում: Ի միջի այլոց* (1.3) *բաժնում կիրառված հարաբերականության հիմնադրույթի չորս հատկությունները հանդիսանում են վերոնշյալ ամենաընդհանուր հարաբերականության հիմնադրույթի տարբեր մասնավոր դեպքերը միայն:*

1.8 - Շարժման Անհամաչափության Հայտնաբերումը Իներցիալ Համակարգերում և Հակադիր Իներցիալ Համակարգերի Սահմանումը

Ֆիզիկոսները հետազոտում են ֆիզիկայի տարբեր բնագավառներում մարմինների հայելային անդրադարձված շարժման համաչափության պահպանման հարցերը, որպեսզի լուծեն բազմաթիվ տեսական խնդիրներ, ինչպես նաև ավելի լավ հասկանան մեզ շրջապատող Աշխարհը: Դրա համար տեսնենք թե ինչպես է լուծվում այդ խնդիրը Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության մեջ:

(1.7)-րդ բաժնում արծածված երկու իներցիալ համակարգերի իրար նկատմամբ ունեցած ուղիղ և հակադարձ հարաբերական արագությունների բացարձակ մեծությունների անհավասարության հարցը անհրաժեշտ է հանգամանորեն քննարկել հետագա անհասկացողություններից խուսափելու համար: Մեր առօրյա փորձից և մինչև այժմ ընդունված աշխարհի ֆիզիկական ըմբռնումից հետևում է, որ իրար նկատմամբ համընթաց հարաբերական շարժման մեջ գտնվող երկու իներցիալ համակարգերի ուղիղ և հակադարձ՝ $(v$ և $v')$, հարաբերական արագությունների բացարձակ մեծությունները պետք է լինեն իրար հավասար և դրանք ուղղված պետք է լինեն իրար հակադիր ուղղությամբ: Մաթեմատիկորեն դա արտահայտվում է այսպես.

$$v' = -v \qquad 1.8\text{-}1$$

Ինչպես երևում է $(1.7-10)$-ով և $(1.7-11)$-ով տրված բանաձևերից, Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության մեջ, ամենաընդհանուր դեպքում, հակադարձ արագությունը չի բավարարում հայելիային անդրադարձման հակաչափության $(1.8-1)$-ով տրված օրենքին, այսինքն այն խախտվում է: Իհարկե այդ փաստը չի հակասում մեր առօրյա կենսափորձին, բայց ծայրահեղ պարագաներում (Փոքր Աշխարհում), երբ $s \neq 0$, այն չի պահպանվում:

Ընդգծում 1-18 - *Հակադարձ արագությունների անհամաչափության փաստը ճիշտ է ոչ միայն իներցիալ համակարգերի իրար նկատմամբ ունեցած ուղիղ և հակադարձ հարաբերական արագության համար, այլ համաձայն (ընդգծում 1-12)-ի, այն ճիշտ է նաև ցանկացած իներցիալ համակարգում կամայական շարժվող փորձնական մասնիկի արագության և այդ փորձնական մասնիկի հայելային անդրադարձված շարժման արագության համար:*

Հետևաբար մենք պետք է հաշտվենք այն մտքի հետ, որ ամենաընդհանուր դեպքում (օրինակ տարրական մասնիկների թույլ փոխազդեցությունների դեպքում և այլն), տարածության հայելիային անդրադարձված շարժման $(1.8-1)$-ով տրված արագության հակաչափության օրենքը և այլ ֆիզիկական մեծությունների «ակնհայտ» համաչափությունները կամ հակաչափությունները նույնպես կարող են չպահպանվել:

Որպեսզի կարողանանք շարունակել հայելային անդրադարձված շարժման անհամաչափության փաստի քանակական հետազոտումը, մենք պետք է սահմանենք հակադիր իներցիալ համակարգերը, ինչպես նաև ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում միևնույն ֆիզիկական մեծությունները իրարից տարբերելու համար մենք պետք է պայմանավորվենք օգտագործել տարբեր նշանակումներ:

Սահմանում 1-2 - *Եթե կամայական K' և K իներցիալ համակարգերը (աջլիկ կամ ձախլիկ) մենք համարենք ուղիղ իներցիալ համակարգեր, ապա այդ իներցիալ համակարգերի նկատմամբ տարածության հայելային անդրադարձված (կրճատ՝ հայելային անդրադարձված) իներցիալ համակարգերը մենք կանվանենք հակադիր իներցիալ համակարգեր: Եւ որպեսզի այդ ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերը կարողանանք իրարից տարբերել, այսուհետև և միշտ, ըստ անհրաժեշտության, մենք կօգտագործենք հետևյալ նշանակումները:*

Ուղիղ իներցիալ համակարգերի համար		Հակադիր իներցիալ համակարգերի համար
$\begin{cases} \vec{K}' \\ \vec{K} \end{cases}$	$\Leftrightarrow$	$\begin{cases} \overleftarrow{K}' \\ \overleftarrow{K} \end{cases}$

1.8-2

Իսկ որպեսզի, ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում, մենք կարողանանք փորձնական մասնիկը բնութագրող բոլոր ֆիզիկական մեծությունները նույնպես իրարից տարբերել, ապա դրանց համար ևս մենք կօգտագործենք նմանատիպ նշանակումները, ինչպես ցույց է տրված ստորև չորս ֆիզիկական մեծությունների համար.

- *Ուղիղ իներցիալ համակարգերում*

$\overrightarrow{K}'$ ուղիղ իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \text{Ժամանակ} & - & \overrightarrow{t}' \\ \text{Տարածություն} & - & \overrightarrow{x}' \\ \text{Արագություն} & - & \overrightarrow{u} = \dfrac{d\overrightarrow{x}'}{d\overrightarrow{t}'} \\ \text{Արագացում} & - & \overrightarrow{b} = \dfrac{d\overrightarrow{u}}{d\overrightarrow{t}'} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \text{Ժամանակ} & - & \overrightarrow{t} \\ \text{Տարածություն} & - & \overrightarrow{x} \\ \text{Արագություն} & - & \overrightarrow{w} = \dfrac{d\overrightarrow{x}}{d\overrightarrow{t}} \\ \text{Արագացում} & - & \overrightarrow{a} = \dfrac{d\overrightarrow{w}}{d\overrightarrow{t}} \end{cases} \quad 1.8\text{-}3$$

- *Հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$\overleftarrow{K}'$ հակադիր իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \text{Ժամանակ} & - & \overleftarrow{t}' \\ \text{Տարածություն} & - & \overleftarrow{x}' \\ \text{Արագություն} & - & \overleftarrow{u} = \dfrac{d\overleftarrow{x}'}{d\overleftarrow{t}'} \\ \text{Արագացում} & - & \overleftarrow{b} = \dfrac{d\overleftarrow{u}}{d\overleftarrow{t}'} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \text{Ժամանակ} & - & \overleftarrow{t} \\ \text{Տարածություն} & - & \overleftarrow{x} \\ \text{Արագություն} & - & \overleftarrow{w} = \dfrac{d\overleftarrow{x}}{d\overleftarrow{t}} \\ \text{Արագացում} & - & \overleftarrow{a} = \dfrac{d\overleftarrow{w}}{d\overleftarrow{t}} \end{cases} \quad 1.8\text{-}4$$

Այնուհետև վերհիշելով, որ $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգի նկատմամբ $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգի շարժման v հարաբերական արագությունը մենք անվանել էինք ուղիղ հարաբերական արագություն: Իսկ քանի որ $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգի նկատմամբ $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգի v' հակադարձ հարաբերական արագությունը ֆիզիկապես դա $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգի նկատմամբ $\overleftarrow{K}'$ հակադիր իներցիալ համակարգի արագությունն է, ապա բնականաբար մենք այն կանվանենք հակադիր հարաբերական արագություն: Հետևաբար ուղիղ և հակադարձ հարաբերական արագությունների համար նույնպես ճիշտ են հետևյալ նշանակումները.

$$\begin{cases} \textit{Ուղիղ հարաբերական արագություն} & - & v = \overrightarrow{v} \\ \textit{Հակադարձ հարաբերական արագություն} & - & v' = \overleftarrow{v} \end{cases} \quad 1.8\text{-}5$$

Այսպիսով, համաձայն (<u>ընդգծում 1-12</u>)-ի, $(1.7-10)$*-ի և* $(1.8-5)$*-ի, <u>ուղիղ և հակադիր</u> հարաբերական արագությունների համար նույնպես ճիշտ են հետևյալ առնչությունները.*

$$\begin{cases} \overleftarrow{v} = -\dfrac{\overrightarrow{v}}{1+s\dfrac{\overrightarrow{v}}{c}} \\ \overrightarrow{v} = -\dfrac{\overleftarrow{v}}{1+s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}} \end{cases} \quad 1.8\text{-}6$$

Մենք պետք է նույնպես ընդունենք, որ եթե բոլոր ուղիղ իներցիալ համակարգերը բավարարում են $(1-\text{Գ})$*-ով տրված սկզբնական վիճակի պայմանին, ապա բնականաբար բոլոր հակադիր իներցիալ համակարգերը՝ այսինքն հայելային անդրադարձված իներցիալ համակարգերը ևս պետք է բավարարեն նույն սկզբնական վիճակի պայմանին:*

$$\textit{Երբ} \quad \overrightarrow{t} = \overrightarrow{t}' = \overrightarrow{t}'' = \ldots = 0 \qquad \textit{ապա} \quad \overleftarrow{t} = \overleftarrow{t}' = \overleftarrow{t}'' = \ldots = 0 \quad 1.8\text{-}7$$

Եւ հետևաբար ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի սկզբնակետերը համընկնում են իրար հետ տարածության 0 *կետում:*

<u>Ընդգծում 1-19</u> - $(1.8-2)$*-ով,* $(1.8-3)$*-ով,* $(1.8-4)$*-ով և* $(1.8-5)$*-ով տրված ֆիզիկական մեծությունների վրա դրված նետի նշանները (միաչափ ֆիզիկական տարածության մեջ) չեն նշանակում ուղղություն ցույց տվող վեկտոր, այլ պարզապես նկարագրում են այն փաստը, որ շարժումներից մեկը մենք պայմանականորեն ընդունել ենք որ տեղի է ունենում ուղիղ իներցիալ համակարգում, իսկ մյուսը՝ հակադիր (տարածության հայելային անդրադարձված) իներցիալ համակարգում: Իսկ եռաչափ տարածության մեջ վեկտորի նշանները իսկապես կբնութագրեն վեկտորական ֆիզիկական մեծությունների ուղղությունը տարածության մեջ:*

Համաձայն (ընդգծում 1-12)-ի և $(1.8-5)$-ի, K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում կամայական փորձնական մասնիկի ուղիղ և հակադիր արագությունների միջև նույնպես տեղի ունեն $(1.8-6)$-ին համանման հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \overleftarrow{u} = -\dfrac{\overrightarrow{u}}{1+s\dfrac{\overrightarrow{u}}{c}} \\ \overleftarrow{w} = -\dfrac{\overrightarrow{w}}{1+s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overrightarrow{u} = -\dfrac{\overleftarrow{u}}{1+s\dfrac{\overleftarrow{u}}{c}} \\ \overrightarrow{w} = -\dfrac{\overleftarrow{w}}{1+s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}} \end{cases} \qquad 1.8\text{-}8$$

$(1.8-8)$-ից հետևում է, որ կամայական w արագության համար մենք կստանանք $(1.7-14)$-ով տրված առնչությունը վեկտորական նշագրությամբ.

$$\left(1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)\left(1+s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right) = 1 \qquad 1.8\text{-}9$$

Այժմ օգտվելով $(1.8-3)$-ով և $(1.8-4)$-ով տրված նշանակումներից, ինչպես նաև $(1.8-8)$-ով տրված փորձնական մասնիկի ուղիղ և հակադիր արագությունների միջև եղած առնչություններից, գտնենք K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում, միևնույն փորձնական մասնիկի անցած ժամանակի և տարածության միջև եղած առնչությունները: Դրա համար ենթադրենք որ $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում շարժվող փորձնական մասնիկի անցած ժամանակը և տարածությունը, ամենաընդհանուր դեպքում, կախված են $\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում նույն փորձնական մասնիկի անցած ժամանակից և տարածությունից հետևյալ կերպ.

<u>$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև</u> $\qquad$ <u>$\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև</u>

$$\begin{cases} c\overleftarrow{t}' = \xi_1\left(c\overrightarrow{t}'\right) + \xi_2\overrightarrow{x}' \\ \overleftarrow{x}' = \eta_1\left(c\overrightarrow{t}'\right) + \eta_2\overrightarrow{x}' \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} c\overleftarrow{t} = \xi_1\left(c\overrightarrow{t}\right) + \xi_2\overrightarrow{x} \\ \overleftarrow{x} = \eta_1\left(c\overrightarrow{t}\right) + \eta_2\overrightarrow{x} \end{cases} \qquad 1.8\text{-}10$$

$(1.8-10)$-ի մեջ օգտագործված (ξ_1,ξ_2) և (η_1,η_2) անհայտ գործակիցները կախված չեն ուղիղ կամ հակադիր իներցիալ համակարգերի ընտրությունից, ինչպես նաև դրանք կախված չեն իներցիալ համակարգերի հարաբերական արագություններից: Մեր նպատակն է որոշել այդ անհայտ գործակիցները: Դրա համար օգտագործելով $(1.8-3)$-ով և $(1.8-4)$-ով տրված նշանակումները հաշվենք <u>համընթաց շարժվող</u> փորձնական մասնիկի անցած ճանապարհը K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև հետևյալ կերպ.

<u>$\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում</u> $\qquad$ <u>$\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում</u>

$$\begin{cases} \overleftarrow{x}' = \overleftarrow{u}\,\overleftarrow{t}' = \dfrac{\overleftarrow{u}}{c}\left(c\overleftarrow{t}'\right) \\ \overleftarrow{x} = \overleftarrow{w}\,\overleftarrow{t} = \dfrac{\overleftarrow{w}}{c}\left(c\overleftarrow{t}\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overrightarrow{x}' = \overrightarrow{u}\,\overrightarrow{t}' = \dfrac{\overrightarrow{u}}{c}\left(c\overrightarrow{t}'\right) \\ \overrightarrow{x} = \overrightarrow{w}\,\overrightarrow{t} = \dfrac{\overrightarrow{w}}{c}\left(c\overrightarrow{t}\right) \end{cases} \qquad 1.8\text{-}11$$

$(1.8-11)$-ով որոշված տարածության առանցքաթվերի արժեքները տեղադրելով $(1.8-10)$-ի մեջ, մենք կստանանք.

<u>$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև</u> $\qquad$ <u>$\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև</u>

$$\begin{cases} c\overleftarrow{t}' = \left(\xi_1 + \xi_2\dfrac{\overrightarrow{u}}{c}\right)\left(c\overrightarrow{t}'\right) \\ \dfrac{\overleftarrow{u}}{c}\left(c\overleftarrow{t}'\right) = \left(\eta_1 + \eta_2\dfrac{\overrightarrow{u}}{c}\right)\left(c\overrightarrow{t}'\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} c\overleftarrow{t} = \left(\xi_1 + \xi_2\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}\right)\left(c\overrightarrow{t}\right) \\ \dfrac{\overleftarrow{w}}{c}\left(c\overleftarrow{t}\right) = \left(\eta_1 + \eta_2\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}\right)\left(c\overrightarrow{t}\right) \end{cases} \qquad 1.8\text{-}12$$

$(1.8-12)$-ի մեջ, երկրորդ հավասարումները բաժանելով առաջին հավասարումների վրա, մենք կստանանք $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում փորձնական մասնիկի շարժման արագությունները արտահայտված $\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում նույն փորձնական մասնիկի շարժման արագություններով.

$$\frac{\overleftarrow{u}}{c} = \frac{\eta_1 + \eta_2\dfrac{\overrightarrow{u}}{c}}{\xi_1 + \xi_2\dfrac{\overrightarrow{u}}{c}} \quad \text{և} \quad \frac{\overleftarrow{w}}{c} = \frac{\eta_1 + \eta_2\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}}{\xi_1 + \xi_2\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}} \qquad 1.8\text{-}13$$

Համեմատելով $(1.8-13)$-ով ստացած արդյունքը $(1.8-8)$-ով տրված հակադիր արագության բանաձևերի հետ, մենք միարժեքորեն կարող ենք որոշել (ξ_1, ξ_2) և (η_1, η_2) անհայտ գործակիցները, որոնք կունենան հետևյալ արժեքները.

$$\begin{cases} \xi_1 = 1 \\ \xi_2 = s \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \eta_1 = 0 \\ \eta_2 = -1 \end{cases} \qquad 1.8\text{-}14$$

$(1.8-14)$-ով որոշված ξ և η գործակիցների արժեքները տեղադրելով $(1.8-10)$-ի մեջ, մենք կստանանք երկու $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում փորձնական մասնիկի անցած ժամանակի և տարածության կապը $\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում նույն փորձնական մասնիկի անցած ժամանակի և տարածության հետ.

$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև		$\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև	
$\begin{cases} c\overleftarrow{t}' = c\overrightarrow{t}' + s\overrightarrow{x}' \\ \overleftarrow{x}' = -\overrightarrow{x}' \end{cases}$	$\Leftrightarrow$	$\begin{cases} c\overleftarrow{t} = c\overrightarrow{t} + s\overrightarrow{x} \\ \overleftarrow{x} = -\overrightarrow{x} \end{cases}$	1.8-15

$(1.8-15)$-ից մենք կստանանք K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում շարժվող փորձնական մասնիկի ժամանակի և տարածության դիֆֆերենցիալների հետևյալ կապը.

$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև		$\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև	
$\begin{cases} cd\overleftarrow{t}' = cd\overrightarrow{t}' + sd\overrightarrow{x}' \\ d\overleftarrow{x}' = -d\overrightarrow{x}' \end{cases}$	$\Leftrightarrow$	$\begin{cases} cd\overleftarrow{t} = cd\overrightarrow{t} + sd\overrightarrow{x} \\ d\overleftarrow{x} = -d\overrightarrow{x} \end{cases}$	1.8-16

Օգտվելով $(1.8-15)$-ից մենք կարող ենք որոշել նաև $\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում շարժվող փորձնական մասնիկի անցած ժամանակի և տարածության կապը $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում նույն փորձնական մասնիկի անցած ժամանակի և տարածության հետ.

$\overrightarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև		$\overrightarrow{K}$ և $\overleftarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև	
$\begin{cases} c\overrightarrow{t}' = c\overleftarrow{t}' + s\overleftarrow{x}' \\ \overrightarrow{x}' = -\overleftarrow{x}' \end{cases}$	$\Leftrightarrow$	$\begin{cases} c\overrightarrow{t} = c\overleftarrow{t} + s\overleftarrow{x} \\ \overrightarrow{x} = -\overleftarrow{x} \end{cases}$	1.8-17

$(1.8-16)$-ին համանման, $(1.8-17)$-ից մենք կստանանք K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում շարժվող փորձնական մասնիկի ժամանակի և տարածության դիֆֆերենցիալների հետևյալ կապը.

$\overrightarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև		$\overrightarrow{K}$ և $\overleftarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև	
$\begin{cases} cd\overrightarrow{t}' = cd\overleftarrow{t}' + sd\overleftarrow{x}' \\ d\overrightarrow{x}' = -d\overleftarrow{x}' \end{cases}$	$\Leftrightarrow$	$\begin{cases} cd\overrightarrow{t} = cd\overleftarrow{t} + sd\overleftarrow{x} \\ d\overrightarrow{x} = -d\overleftarrow{x} \end{cases}$	1.8-18

Օգտվելով K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում $(1.8-3)$-ով և $(1.8-4)$-ով տրված փորձնական մասնիկի արագությունների սահմանումից, մենք $(1.8-16)$-ից և $(1.8-18)$-ից կարող ենք որոշել ուղիղ և հակադիր ժամանակների դիֆֆերենցիալների միջև եղած հետևյալ կապը.

$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև		$\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև	
$\begin{cases} d\overleftarrow{t}' = \left(1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)d\overrightarrow{t}' \\ d\overrightarrow{t}' = \left(1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)d\overleftarrow{t}' \end{cases}$	$\Leftrightarrow$	$\begin{cases} d\overleftarrow{t} = \left(1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)d\overrightarrow{t} \\ d\overrightarrow{t} = \left(1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)d\overleftarrow{t} \end{cases}$	1.8-19

Ընդգծում 1-20 - $(1.8-15)$-*ով և* $(1.8-17)$-*ով ստացված արդյունքները նոր լույս են սփռում ֆիզիկայում հայտնաբերված համաչափության խախտման (P համաչափության խախտման) փաստի վրա: Համաձայն Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության, ոչ վեկտարական ֆիզիկական մեծությունները (ժամանակը, զանգվածը, Լագրանժիանը և այլն...) տարածության հայելային անդրադարձված իներցիալ համակարգերում, ի տարբերություն արդի ֆիզիկայի պատկերացման, փոփոխվում են: Նմանապես հայելային անդրադարձման դեպքում վեկտորական ֆիզիկական մեծությունները (արագությունը, արագացումը, թափը և այլն...), բացի ուղղությունը շրջելուց, դրանց բացարձակ մեծությունները նույնպես փոփոխվում են: Իսկ որոշ ֆիզիկական մեծություններ՝ գործողության ինտեգրալը, էներգիան և այլն, հայելային անդրադարձման դեպքում մնում են անփոփոխ (հավելված 2):*

Նշենք որ (1.7)-րդ բաժնում ստացված բոլոր բանաձևերը մենք կարող ենք գրել նույնությամբ, միայն այն տարբերությամբ, որ ուղիղ արագությունների համար կօգտագործենք ուղիղ վեկտորի նշանը, իսկ հակադարձ արագությունների խազանշանի փոխարեն կօգտագործենք հակադիր վեկտորի նշանը: Համենայն դեպս մենք անհրաժեշտ ենք համարում որոշ բանաձևեր մեջբերել այստեղ վեկտորական նշագրությամբ, որոնք մենք օգտագործելու ենք այս և հետագա բաժիններում:

Գրենք ձևափոխության որոշիչների միջև $(1.3-30)$-ով տրված առնչությունը.

$$\boxed{d(\overleftarrow{v})d(\vec{v}) = 1} \qquad 1.8\text{-}20$$

Նույնպես գրենք $(1.7-19)$-ով տրված հավասարումների համակարգերի երկրորդ հավասարումները.

$$\begin{cases} d(\vec{v}) = \gamma^2(\vec{v})\left(1 + s\dfrac{\vec{v}}{c} + g\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}\right) \neq 0 \\ d(\overleftarrow{v}) = \gamma^2(\overleftarrow{v})\left(1 + s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c} + g\dfrac{\overleftarrow{v}^2}{c^2}\right) \neq 0 \end{cases} \qquad 1.8\text{-}21$$

Միասին գրենք նաև $(1.6-5)$-ով և $(1.7-12)$-ով տրված առնչությունները կամայական w արագության համար.

$$\begin{cases} \gamma(\overleftarrow{w}) = \dfrac{\beta(\vec{w})}{d(\vec{w})} = \dfrac{\gamma(\vec{w})}{d(\vec{w})}\left(1 + s\dfrac{\vec{w}}{c}\right) \\ \gamma(\vec{w}) = \dfrac{\beta(\overleftarrow{w})}{d(\overleftarrow{w})} = \dfrac{\gamma(\overleftarrow{w})}{d(\overleftarrow{w})}\left(1 + s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}\right) \end{cases} \qquad 1.8\text{-}22$$

Ինչպես նաև գրենք $(1.7-13)$-ով տրված առնչությունները կամայական w ուղիղ և հակադիր արագության համար.

$$\begin{cases} \gamma(\overleftarrow{w})\overleftarrow{w} = -\dfrac{1}{d(\vec{w})}\gamma(\vec{w})\vec{w} \\ \gamma(\vec{w})\vec{w} = -\dfrac{1}{d(\overleftarrow{w})}\gamma(\overleftarrow{w})\overleftarrow{w} \end{cases} \qquad 1.8\text{-}23$$

Գրենք նաև վեկտորական նշագրությամբ $(1.7-17)$-ով տրված հետևյալ կարևոր առնչությունը.

$$\boxed{\gamma(\overleftarrow{w})\gamma(\vec{w}) = \beta(\overleftarrow{w})\beta(\vec{w}) = \dfrac{1 + s\dfrac{\vec{w}}{c}}{1 + s\dfrac{\vec{w}}{c} + g\dfrac{\vec{w}^2}{c^2}} = \dfrac{1 + s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}}{1 + s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c} + g\dfrac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}} = \dfrac{1}{1 - g\dfrac{\overleftarrow{w}\vec{w}}{c^2}} > 0} \qquad 1.8\text{-}24$$

Այժմ օգտվելով $(1.8-3)$-ով, $(1.8-4)$-ով և $(1.8-5)$-ով տրված նշանակումներից, գրենք $(1.7-32)$-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները վեկտորական նշագրությամբ, միայն $\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև:

1. *Հայկական ձևափոխության հավասարումները* $\vec{K}'$ *և* $\vec{K}$ *միայն ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ	
$\begin{cases} \vec{t}' = \gamma(\vec{v})\left[\left(1 + s\dfrac{\vec{v}}{c}\right)\vec{t} + g\dfrac{\vec{v}}{c^2}\vec{x}\right] \\ \vec{x}' = \gamma(\vec{v})\left(\vec{x} - \vec{v}\vec{t}\right) \end{cases}$	և	$\begin{cases} \vec{t} = \gamma(\overleftarrow{v})\left[\left(1 + s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\vec{t}' + g\dfrac{\overleftarrow{v}}{c^2}\vec{x}'\right] \\ \vec{x} = \gamma(\overleftarrow{v})\left(\vec{x}' - \overleftarrow{v}\vec{t}'\right) \end{cases}$	1.8-25

<u>Ընդգծում 1-21</u> - *Եթե* $(1.8-25)$*-տրված <u>ուղիղ ձևափոխության</u> հավասարումների համակարգը լուծենք ըստ* $\left(\overrightarrow{t},\overrightarrow{x}\right)$ *առանցքաքվերի և այնուհետև դրանց մեջ կիրառենք* $(1.8-20)$*-ով,* $(1.8-21)$*-ով,* $(1.8-22)$*-ով և* $(1.8-23)$*-ով տրված բանաձևերը ըստ անհրաժեշտության, ապա մենք կստանանք* $(1.8-25)$*-տրված <u>հակադարձ ձևափոխության</u> հավասարումները: Հետևաբար* $(1.8-25)$*-ով տրված ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները իրենց մեջ հակասություն չեն պարունակում:*

Այժմ մենք ցանկանում ենք ստանալ Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության $(1.7-32)$-ով տրված ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները վեկտորական նշագրությամբ, միայն $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև: Դրա համար անհրաժեշտ է $(1.8-25)$-ով տրված ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումների մեջ կիրառել ժամանակի և տարածության $(1.8-15)$-ով և $(1.8-17)$-ով տրված հայելային անդրադարձված ձևափոխության հավասարումները, ինչպես նաև ըստ անհրաժեշտության օգտվել $(1.8-20)$-ով, $(1.8-21)$-ով, $(1.8-22)$-ով և $(1.8-23)$-ով տրված բանաձևերից: Այդ բոլորը կատարելուց հետո մենք կստանանք հետևյալ ձևափոխության հավասարումները:

2. *Հայկական ձևափոխության հավասարումները* $\overleftarrow{K}'$ *և* $\overleftarrow{K}$ *միայն հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

<u>Ուղիղ ձևափոխություններ</u>

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \gamma\left(\overrightarrow{v}\right)\left(\overleftarrow{t} - g\dfrac{\overrightarrow{v}}{c^2}\overleftarrow{x}\right) \\ \overleftarrow{x}' = \gamma\left(\overrightarrow{v}\right)\left[\left(1+s\dfrac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} + \overrightarrow{v}\overleftarrow{t}\right] \end{cases}$$

և

<u>Հակադարձ ձևափոխություններ</u>

$$\begin{cases} \overleftarrow{t} = \gamma\left(\overleftarrow{v}\right)\left(\overleftarrow{t}' - g\dfrac{\overleftarrow{v}}{c^2}\overleftarrow{x}'\right) \\ \overleftarrow{x} = \gamma\left(\overleftarrow{v}\right)\left[\left(1+s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}' + \overleftarrow{v}\overleftarrow{t}'\right] \end{cases}$$ 1.8-26

Առանձնակի հետաքրքրություն է ներկայացնում գրել Հայկական ձևափոխության հավասարումները հակադիր և ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև կամ ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև: Դրա համար մենք, ըստ անհրաժեշտության, նույնպես պետք է օգտվենք $(1.8-15)$-ով և $(1.8-17)$-ով տրված հայելային անդրադարձված ձևափոխության հավասարումներից, ինչպես նաև $(1.8-25)$-ով և $(1.8-26)$-ով տրված Հայկական ձևափոխության հավասարումներից: Այսպիսով մենք կստանանք հետևյալ ձևափոխության հավասարումները.

3. *Հայկական ձևափոխության հավասարումները* $\overleftarrow{K}'$ *հակադիր և* $\overrightarrow{K}$ *ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \gamma\left(\overrightarrow{v}\right)\left[\overrightarrow{t} + \left(s+g\dfrac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\dfrac{1}{c}\overrightarrow{x}\right] \\ \overleftarrow{x}' = -\gamma\left(\overrightarrow{v}\right)\left(\overrightarrow{x} - \overrightarrow{v}\overrightarrow{t}\right) \end{cases}$$

և

$$\begin{cases} \overleftarrow{t} = \gamma\left(\overleftarrow{v}\right)\left[\overrightarrow{t}' + \left(s+g\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\dfrac{1}{c}\overrightarrow{x}'\right] \\ \overleftarrow{x} = -\gamma\left(\overleftarrow{v}\right)\left(\overrightarrow{x}' - \overleftarrow{v}\overrightarrow{t}'\right) \end{cases}$$ 1.8-27

4. *Հայկական ձևափոխության հավասարումները* $\overrightarrow{K}'$ *ուղիղ և* $\overleftarrow{K}$ *հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overrightarrow{t}' = \gamma\left(\overrightarrow{v}\right)\left\{\left(1+s\dfrac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{t} + \left[s+(s^2-g)\dfrac{\overrightarrow{v}}{c}\right]\dfrac{1}{c}\overleftarrow{x}\right\} \\ \overrightarrow{x}' = -\gamma\left(\overrightarrow{v}\right)\left[\left(1+s\dfrac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} + \overrightarrow{v}\overleftarrow{t}\right] \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overrightarrow{t} = \gamma\left(\overleftarrow{v}\right)\left\{\left(1+s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{t}' + \left[s+(s^2-g)\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}\right]\dfrac{1}{c}\overleftarrow{x}'\right\} \\ \overrightarrow{x} = -\gamma\left(\overleftarrow{v}\right)\left[\left(1+s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}' + \overleftarrow{v}\overleftarrow{t}'\right] \end{cases}$$ 1.8-28

<u>Ընդգծում 1-22</u> - $(1.8-25)$*-ով,* $(1.8-26)$*-ով,* $(1.8-27)$*-ով և* $(1.8-28)$*-ով տրված Հայկական ձևափոխության հավասարումները մենք կարող ենք գրել նաև արտահայտված կամ միայն* $\overrightarrow{V}$ *ուղիղ հարաբերական արագությամբ կամ միայն* $\overleftarrow{V}$ *հակադիր հարաբերական արագությամբ և կամ էլ որևէ այլ տարբերակով:*

Արժե վեկտորական նշագրությամ գրել նաև արագությունների գումարման և հանման բանաձևները: Դրա համար արագությունների $(1.7-24)$-ով, $(1.7-25)$-ով և $(1.7-26)$-ով տրված բանաձևների մեջ կիրառելով ուղիղ և հակադիր վեկտորական նշագրությունը, մենք կստանանք.

- *Արագությունների գումարման բանաձևերը*

$\vec{w}$ ուղիղ արագության համար և $\overleftarrow{w}$ հակադիր արագության համար

$$\vec{w} = \frac{\vec{u}+\vec{v}+s\frac{\vec{v}\vec{u}}{c}}{1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}} \quad \text{և} \quad \overleftarrow{w} = \frac{\overleftarrow{u}+\overleftarrow{v}+s\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c}}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}} \qquad 1.8\text{-}29$$

- *Արագությունների հանման բանաձևերը*

$\vec{u}$ ուղիղ արագության համար և $\overleftarrow{u}$ հակադիր արագության համար

$$\vec{u} = \frac{\vec{w}+\overleftarrow{v}+s\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c}}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c^2}} \quad \text{և} \quad \overleftarrow{u} = \frac{\overleftarrow{w}+\vec{v}+s\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c}}{1-g\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c^2}} \qquad 1.8\text{-}30$$

- *Արագությունների ձևափոխման այլ լրացուցիչ բանաձևերը*

$\vec{v}$ ուղիղ արագության համար և $\overleftarrow{v}$ հակադիր արագության համար

$$\vec{v} = \frac{\vec{w}+\overleftarrow{u}+s\frac{\overleftarrow{u}\vec{w}}{c}}{1-g\frac{\overleftarrow{u}\vec{w}}{c^2}} \quad \text{և} \quad \overleftarrow{v} = \frac{\overleftarrow{w}+\vec{u}+s\frac{\vec{u}\overleftarrow{w}}{c}}{1-g\frac{\vec{u}\overleftarrow{w}}{c^2}} \qquad 1.8\text{-}31$$

Իսկ $(1.7-31)$-ով տրված բոլոր γ գործակիցների ձևափոխությունների մեջ նույնպես կիրառելով ուղիղ և հակադիր վեկտորական նշագրությունը, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} 1)\ \gamma(\vec{v}) = \gamma(\overleftarrow{u})\gamma(\vec{w})\left(1-g\frac{\overleftarrow{u}\vec{w}}{c^2}\right) \\ 2)\ \gamma(\vec{u}) = \gamma(\overleftarrow{v})\gamma(\vec{w})\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c^2}\right) \\ 3)\ \gamma(\vec{w}) = \gamma(\vec{v})\gamma(\vec{u})\left(1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} 4)\ \gamma(\overleftarrow{v}) = \gamma(\vec{u})\gamma(\overleftarrow{w})\left(1-g\frac{\vec{u}\overleftarrow{w}}{c^2}\right) \\ 5)\ \gamma(\overleftarrow{u}) = \gamma(\vec{v})\gamma(\overleftarrow{w})\left(1-g\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c^2}\right) \\ 6)\ \gamma(\overleftarrow{w}) = \gamma(\overleftarrow{v})\gamma(\overleftarrow{u})\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}\right) \end{cases} \qquad 1.8\text{-}32$$

Օգտվելով $(1.8-30)$-ից և $(1.8-32)$-ից մենք u ուղիղ և հակադիր արագությունների համար կստանանք.

$$\begin{cases} \gamma(\vec{u}) = \gamma(\overleftarrow{v})\gamma(\vec{w})\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c^2}\right) \\ \gamma(\vec{u})\vec{u} = \gamma(\overleftarrow{v})\gamma(\vec{w})\left(\vec{w}+\overleftarrow{v}+s\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(\overleftarrow{u}) = \gamma(\vec{v})\gamma(\overleftarrow{w})\left(1-g\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c^2}\right) \\ \gamma(\overleftarrow{u})\overleftarrow{u} = \gamma(\vec{v})\gamma(\overleftarrow{w})\left(\overleftarrow{w}+\vec{v}+s\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c}\right) \end{cases} \qquad 1.8\text{-}33$$

Նմանապես օգտվելով $(1.8-29)$-ից և $(1.8-32)$-ից մենք w ուղիղ և հակադիր արագությունների համար կստանանք.

$$\begin{cases} \gamma(\vec{w}) = \gamma(\vec{v})\gamma(\vec{u})\left(1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}\right) \\ \gamma(\vec{w})\vec{w} = \gamma(\vec{v})\gamma(\vec{u})\left(\vec{u}+\vec{v}+s\frac{\vec{v}\vec{u}}{c}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma(\overleftarrow{w}) = \gamma(\overleftarrow{v})\gamma(\overleftarrow{u})\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}\right) \\ \gamma(\overleftarrow{w})\overleftarrow{w} = \gamma(\overleftarrow{v})\gamma(\overleftarrow{u})\left(\overleftarrow{u}+\overleftarrow{v}+s\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c}\right) \end{cases} \qquad 1.8\text{-}34$$

Եզրակացություն 1.8 - $(1.8-15)$*-ով և* $(1.8-17)$*-ով տրված ձևափոխության հավասարումները հանդիսանում են իներցիալ համակարգերի (անշարժ կամ շարժվող) և դրանց հայելային անդրադարձված իներցիալ համակարգերի ժամանակատարածային առանցքաբքվերի միջև եղած Հայկական ձևափոխության հավասարումները: Իսկ* $(1.8-25)$*-ով,* $(1.8-26)$*-ով,* $(1.8-27)$*-ով և* $(1.8-28)$*-ով տրված ձևափոխության հավասարումները հանդիսանում են երկու շարժվող իներցիալ համակարգերի ժամանակատարածային առանցքաբքվերի միջև եղած Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումների չորս տարբերակները:*

1.9 - Հարաբերականության Հիմնադրույթի Օգտագործումը Ժամանակատարածության Միջակայքի Հաշվման Համար

Արդեն մենք ասել էինք և ինչպես դա հետևում է նաև (1.8 – 25)-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումներից, մեզ մնում է որոշել միայն $\gamma(\overrightarrow{v})$ և $\gamma(\overleftarrow{v})$ գործակիցները: Դրա համար մեկ անգամ ևս մենք պետք է օգտվենք (1 – Բ)-ով տրված հիմնադրույթներից, իրենց ամենալայն ընդգրկումով:

Նախ օգտվենք (1 – Բ)-ով տրված երկրորդ հիմնադրույթից, համաձայն որի ժամանակը բոլոր իներցիալ համակարգերում «հոսում» է միևնույն տիեզերական հաստատուն c արագությամբ և ներգրավենք ժամանակի վերացական մի առանցք, որը ունի երկարության չափողականություն, ուղղված է դեպի ապագան և որը տարածության x առանցքի հետ կազմում է կամայական անկյուն, կախված է s և g հաստատուն մեծություններից: Հետևաբար այդ նոր ժամանակակնման առանցքի առանցքաքվերը և դրանց դիֆֆերենցիալները K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում մենք կարող ենք արտահայտել ժամանակի միջոցով հետևյալ կերպ.

$\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում — $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \overrightarrow{x}'_0 = c\overrightarrow{t}' \\ \overrightarrow{x}_0 = c\overrightarrow{t} \end{cases} \text{ և } \begin{cases} d\overrightarrow{x}'_0 = cd\overrightarrow{t}' \\ d\overrightarrow{x}_0 = cd\overrightarrow{t} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{x}'_0 = c\overleftarrow{t}' \\ \overleftarrow{x}_0 = c\overleftarrow{t} \end{cases} \text{ և } \begin{cases} d\overleftarrow{x}'_0 = cd\overleftarrow{t}' \\ d\overleftarrow{x}_0 = cd\overleftarrow{t} \end{cases} \qquad 1.9\text{-}1$$

Օգտագործելով (1.9 – 1)-ով տրված նշանակումները (1.8 – 25)-ով և (1.8 – 26)-ով տրված Հայկական ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք դրանք կարող ենք գրել հետևյալ կերպ.

1. *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ — Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overrightarrow{x}'_0 = \gamma(\overrightarrow{v})\left[\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{x}_0 + g\frac{\overrightarrow{v}}{c}\overrightarrow{x}\right] \\ \overrightarrow{x}' = \gamma(\overrightarrow{v})\left(\overrightarrow{x} - \frac{\overrightarrow{v}}{c}\overrightarrow{x}_0\right) \end{cases} \text{ և } \begin{cases} \overrightarrow{x}_0 = \gamma(\overleftarrow{v})\left[\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{x}'_0 + g\frac{\overleftarrow{v}}{c}\overrightarrow{x}'\right] \\ \overrightarrow{x} = \gamma(\overleftarrow{v})\left(\overrightarrow{x}' - \frac{\overleftarrow{v}}{c}\overrightarrow{x}'_0\right) \end{cases} \qquad 1.9\text{-}2$$

2. *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ — Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overleftarrow{x}'_0 = \gamma(\overrightarrow{v})\left(\overleftarrow{x}_0 - g\frac{\overrightarrow{v}}{c}\overleftarrow{x}\right) \\ \overleftarrow{x}' = \gamma(\overrightarrow{v})\left[\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} + \frac{\overrightarrow{v}}{c}\overleftarrow{x}_0\right] \end{cases} \text{ և } \begin{cases} \overleftarrow{x}_0 = \gamma(\overleftarrow{v})\left(\overleftarrow{x}'_0 - g\frac{\overleftarrow{v}}{c^2}\overleftarrow{x}'\right) \\ \overleftarrow{x} = \gamma(\overleftarrow{v})\left[\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}' + \frac{\overleftarrow{v}}{c}\overleftarrow{x}'_0\right] \end{cases} \qquad 1.9\text{-}3$$

Նմանապես (1.9 – 1)-ով տրված նշանակումները օգտագործելով (1.8 – 27)-ով և (1.8 – 28)-ով տրված Հայկական ձևափոխության հավասարումների մեջ, մենք դրանք կարող ենք գրել հետևյալ կերպ.

3. *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overleftarrow{K}'$ հակադիր և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{x}'_0 = \gamma(\overrightarrow{v})\left[\overrightarrow{x}_0 + \left(s+g\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{x}\right] \\ \overleftarrow{x}' = -\gamma(\overrightarrow{v})\left(\overrightarrow{x} - \frac{\overrightarrow{v}}{c}\overrightarrow{x}_0\right) \end{cases} \text{ և } \begin{cases} \overleftarrow{x}_0 = \gamma(\overleftarrow{v})\left[\overrightarrow{x}'_0 + \left(s+g\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{x}'\right] \\ \overleftarrow{x} = -\gamma(\overleftarrow{v})\left(\overrightarrow{x}' - \frac{\overleftarrow{v}}{c}\overrightarrow{x}'_0\right) \end{cases} \qquad 1.9\text{-}4$$

4. *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overrightarrow{K}'$ ուղիղ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overrightarrow{x}'_0 = \gamma(\overrightarrow{v})\left\{\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}_0 + \left[s+(s^2-g)\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right]\overleftarrow{x}\right\} \\ \overrightarrow{x}' = -\gamma(\overrightarrow{v})\left[\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} + \frac{\overrightarrow{v}}{c}\overleftarrow{x}_0\right] \end{cases} \text{ և } \begin{cases} \overrightarrow{x}_0 = \gamma(\overleftarrow{v})\left\{\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}'_0 + \left[s+(s^2-g)\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right]\overleftarrow{x}'\right\} \\ \overrightarrow{x} = -\gamma(\overleftarrow{v})\left[\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}' + \frac{\overleftarrow{v}}{c}\overleftarrow{x}'_0\right] \end{cases} \qquad 1.9\text{-}5$$

Այժմ K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից դիտարկենք և նկարագրենք երկու կամայական Պ_1 և Պ_2 պատահարներ, որոնք ունեն հետևյալ ժամանակատարածային առանցքաթվերը:

- *Պատահարների առանցքաթվերը $\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում*

Պ_1 պատահարի առանցքաթվերը և Պ_2 պատահարի առանցքաթվերը

$$\begin{cases} \overrightarrow{K}' \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \left(\overrightarrow{x}'_{10}, \overrightarrow{x}'_1\right) \\ \overrightarrow{K} \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \left(\overrightarrow{x}_{10}, \overrightarrow{x}_1\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overrightarrow{K}' \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \left(\overrightarrow{x}'_{20}, \overrightarrow{x}'_2\right) \\ \overrightarrow{K} \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \left(\overrightarrow{x}_{20}, \overrightarrow{x}_2\right) \end{cases} \qquad 1.9\text{-}6$$

- *Պատահարների առանցքաթվերը $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում*

Պ_1 պատահարի առանցքաթվերը և Պ_2 պատահարի առանցքաթվերը

$$\begin{cases} \overleftarrow{K}' \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \left(\overleftarrow{x}'_{10}, \overleftarrow{x}'_1\right) \\ \overleftarrow{K} \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \left(\overleftarrow{x}_{10}, \overleftarrow{x}_1\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{K}' \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \left(\overleftarrow{x}'_{20}, \overleftarrow{x}'_2\right) \\ \overleftarrow{K} \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \left(\overleftarrow{x}_{20}, \overleftarrow{x}_2\right) \end{cases} \qquad 1.9\text{-}7$$

Երկու Պ_1 և Պ_2 պատահարների $(1.9-7)$-ով տրված հակադիր առանցքաթվերը արտահայտված $(1.9-6)$-ով տրված ուղիղ առանցքաթվերով, համաձայն $(1.8-15)$-ի, կունենանք հետևյալ առնչությունները:

- *$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև*

Պ_1 պատահարի համար և Պ_2 պատահարի համար

$$\begin{cases} \overleftarrow{x}'_{10} = \overrightarrow{x}'_{10} + s\overrightarrow{x}'_1 \\ \overleftarrow{x}'_1 = -\overrightarrow{x}'_1 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{x}'_{20} = \overrightarrow{x}'_{20} + s\overrightarrow{x}'_2 \\ \overleftarrow{x}'_2 = -\overrightarrow{x}'_2 \end{cases} \qquad 1.9\text{-}8$$

- *$\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև*

Պ_1 պատահարի համար և Պ_2 պատահարի համար

$$\begin{cases} \overleftarrow{x}_{10} = \overrightarrow{x}_{10} + s\overrightarrow{x}_1 \\ \overleftarrow{x}_1 = -\overrightarrow{x}_1 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{x}_{20} = \overrightarrow{x}_{20} + s\overrightarrow{x}_2 \\ \overleftarrow{x}_2 = -\overrightarrow{x}_2 \end{cases} \qquad 1.9\text{-}9$$

Ինչպես նաև այդ նույն երկու Պ_1 և Պ_2 պատահարների ժամանակի և տարածության առանցքաթվերի տարբերությունները K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում նշանակենք հետևյալ կերպ:

- *$\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում*

Պ_1 և Պ_2 պատահարների առանցքաթվերի տարբերությունները

$$\begin{cases} \overrightarrow{K}' \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \overrightarrow{x}'_{20} - \overrightarrow{x}'_{10} = \overrightarrow{x}'_0 = c\overrightarrow{t}' \quad \text{և} \quad \overrightarrow{x}'_2 - \overrightarrow{x}'_1 = \overrightarrow{x}' \\ \overrightarrow{K} \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \overrightarrow{x}_{20} - \overrightarrow{x}_{10} = \overrightarrow{x}_0 = c\overrightarrow{t} \quad \text{և} \quad \overrightarrow{x}_2 - \overrightarrow{x}_1 = \overrightarrow{x} \end{cases} \qquad 1.9\text{-}10$$

- *$\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում*

Պ_1 և Պ_2 պատահարների առանցքաթվերի տարբերությունները

$$\begin{cases} \overleftarrow{K}' \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \overleftarrow{x}'_{20} - \overleftarrow{x}'_{10} = \overleftarrow{x}'_0 = c\overleftarrow{t}' \quad \text{և} \quad \overleftarrow{x}'_2 - \overleftarrow{x}'_1 = \overleftarrow{x}' \\ \overleftarrow{K} \text{ իներցիալ համակարգում } \Rightarrow \overleftarrow{x}_{20} - \overleftarrow{x}_{10} = \overleftarrow{x}_0 = c\overleftarrow{t} \quad \text{և} \quad \overleftarrow{x}_2 - \overleftarrow{x}_1 = \overleftarrow{x} \end{cases} \qquad 1.9\text{-}11$$

$(1.9-10)$-ով և $(1.9-11)$-ով տրված երկու $\mathcal{Պ}_1$ և $\mathcal{Պ}_2$ պատահարների ուղիղ և հակադիր առանցքաբվերի տարբերության կապը, համաձայն $(1.9-8)$-ի և $(1.9-9)$-ի տրված են ստորև.

$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև ⟺ $\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև

$$\begin{cases} \overleftarrow{x}'_0 = \overrightarrow{x}'_0 + s\overrightarrow{x}' \\ \overleftarrow{x}' = -\overrightarrow{x}' \end{cases} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} \overleftarrow{x}_0 = \overrightarrow{x}_0 + s\overrightarrow{x} \\ \overleftarrow{x} = -\overrightarrow{x} \end{cases} \qquad 1.9\text{-}12$$

<u>Սահմանում 1-3</u> - *Երկու K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում* $(1.9-6)$*-ով և* $(1.9-7)$*-ով տրված երկու պատահարների միջև եղած <u>ժամանակատարածային «հեռավորությունը»</u>, որը կախված է միայն ժամանակի և տարածության առանցքաբվերից, մենք կանվանենք <u>միջակայք</u> և կնշանակենք այն Հայկական «ե» տառով, որը համաձայն* $(1.9-10)$*-ով և* $(1.9-11)$*-ով տրված նշանակումների, ամենաընդհանուր քառակուսային արտահայտությամբ կունենա հետևյալ տեսքը.*

- $\overrightarrow{K}'$ *և* $\overrightarrow{K}$ *ուղիղ իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \overrightarrow{K}' \text{ համակարգում } \Rightarrow \overrightarrow{\text{ե}}'^2 = F\left(\overrightarrow{x}'_{20} - \overrightarrow{x}'_{10}\right)^2 + A\left(\overrightarrow{x}'_{20} - \overrightarrow{x}'_{10}\right)\left(\overrightarrow{x}'_2 - \overrightarrow{x}'_1\right) + B\left(\overrightarrow{x}'_2 - \overrightarrow{x}'_1\right)^2 = F\overrightarrow{x}'^2_0 + A\overrightarrow{x}'_0\overrightarrow{x}' + B\overrightarrow{x}'^2 > 0 \\ \overrightarrow{K} \text{ համակարգում } \Rightarrow \overrightarrow{\text{ե}}^2 = F\left(\overrightarrow{x}_{20} - \overrightarrow{x}_{10}\right)^2 + A\left(\overrightarrow{x}_{20} - \overrightarrow{x}_{10}\right)\left(\overrightarrow{x}_2 - \overrightarrow{x}_1\right) + B\left(\overrightarrow{x}_2 - \overrightarrow{x}_1\right)^2 = F\overrightarrow{x}^2_0 + A\overrightarrow{x}_0\overrightarrow{x} + B\overrightarrow{x}^2 > 0 \end{cases} \qquad 1.9\text{-}13$$

- $\overleftarrow{K}'$ *և* $\overleftarrow{K}$ *հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \overleftarrow{K}' \text{ համակարգում } \Rightarrow \overleftarrow{\text{ե}}'^2 = F\left(\overleftarrow{x}'_{20} - \overleftarrow{x}'_{10}\right)^2 + A\left(\overleftarrow{x}'_{20} - \overleftarrow{x}'_{10}\right)\left(\overleftarrow{x}'_2 - \overleftarrow{x}'_1\right) + B\left(\overleftarrow{x}'_2 - \overleftarrow{x}'_1\right)^2 = F\overleftarrow{x}'^2_0 + A\overleftarrow{x}'_0\overleftarrow{x}' + B\overleftarrow{x}'^2 > 0 \\ \overleftarrow{K} \text{ համակարգում } \Rightarrow \overleftarrow{\text{ե}}^2 = F\left(\overleftarrow{x}_{20} - \overleftarrow{x}_{10}\right)^2 + A\left(\overleftarrow{x}_{20} - \overleftarrow{x}_{10}\right)\left(\overleftarrow{x}_2 - \overleftarrow{x}_1\right) + B\left(\overleftarrow{x}_2 - \overleftarrow{x}_1\right)^2 = F\overleftarrow{x}^2_0 + A\overleftarrow{x}_0\overleftarrow{x} + B\overleftarrow{x}^2 > 0 \end{cases} \qquad 1.9\text{-}14$$

Որտեղ A, B և F գործակիցները ժամանակատարածության միջավայրը բնութագրող հաստատուն մեծություններ են և բնականաբար կախված չեն հարաբերական արագություններից: Այս նոր գործակիցները մենք նույնպես պետք է որոշենք, արտահայտելով դրանք ժամանակատարածության երկրաչափական կառուցվածքը բնութագրող և մեզ արդեն լավ հայտնի s և g հաստատուն մեծություններով:

<u>Ընդգծում 1-23</u> - *Մեր պատկերացմամբ, երկու պատահարների միջև եղած և* $(1.9-13)$*-ով և* $(1.9-14)$*-ով տրված քառակուսային արտահայտությունը միշտ պետք է լինի դրական մեծություն, որովհետև այն հանդիսանում է երկչափ ժամանակատարածության մեջ երկու կետերի միջև եղած հեռավորության քառակուսին: Իսկ ավելի Արի հետազոտողները թող շարունակեն և լրացնեն մեր բաց թողածները ընդունելով որ վերոհիշյալ քառակուսային արտահայտությունը կարող լինել նաև բացասական մեծություն:*

K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից, երկու պատահարների միջև եղած, $(1.9-13)$-ով և $(1.9-14)$-ով տրված միջակայքերի քառակուսին, համաձայն $(1-Բ)$-ով տրված առաջին հիմնադրույթի՝ հարաբերականության սկզբունքի (<u>տես նաև 1.3 բաժինը</u>), նույնպես <u>պետք է լիներ նույն ֆունկցիան</u>, կախված միայն իներցիալ համակարգերի իրար նկատմամբ ունեցած համապատասխան հարաբերական արագություններից: Բայց, քանի որ միջակայքի պարագայում, ըստ սահմանման, այն կախված չէ հարաբերական արագություններից, այլ այդ ֆիզիկական մեծությունը՝ միջակայքը, կախված է միայն պատահարների ժամանակատարածային առանցքաբվերից, հետևաբար միջակայքի բոլոր չորս $\overleftarrow{\text{ե}}'$, $\overrightarrow{\text{ե}}'$, $\overleftarrow{\text{ե}}$ և $\overrightarrow{\text{ե}}$ մեծությունները <u>պետք է լինեն իրար հավասար</u>: Այսինքն երկու կամայական պատահարների միջև եղած ժամանակատարածային հեռավորությունը բոլոր իներցիալ համակարգերում (ուղիղ թե հակադիր) հաստատուն մեծություն է, որը մենք կնշանակենք միայն «ե»-ով և այն մաթեմատիկորեն կարտահայտվի այսպես.

$$\boxed{\overleftarrow{\text{ե}}' = \overrightarrow{\text{ե}}' = \overleftarrow{\text{ե}} = \overrightarrow{\text{ե}} = \text{ե}} \qquad 1.9\text{-}15$$

Այսպիսով երկու պատահարների միջև եղած միջակայքի քառակուսին, համաձայն $(1.9-13)$-ով և $(1.9-14)$-ով տրված բանաձևերի, բոլոր ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում կունենա հետևյալ քառակուսային տեսքը.

$$\boxed{\text{ե}^2 = F\overrightarrow{x}'^2_0 + A\overrightarrow{x}'_0\overrightarrow{x}' + B\overrightarrow{x}'^2 = F\overrightarrow{x}^2_0 + A\overrightarrow{x}_0\overrightarrow{x} + B\overrightarrow{x}^2 = F\overleftarrow{x}'^2_0 + A\overleftarrow{x}'_0\overleftarrow{x}' + B\overleftarrow{x}'^2 = F\overleftarrow{x}^2_0 + A\overleftarrow{x}_0\overleftarrow{x} + B\overleftarrow{x}^2 > 0} \qquad 1.9\text{-}16$$

$(1.9-16)$-ով տրված միջակայքի քառակուսու արտահայտությունից առանձնացնենք հետևյալ առնչությունը.

$$\text{ե}^2 = F\overleftarrow{x}_0^2 + A\overleftarrow{x}_0\overleftarrow{x} + B\overleftarrow{x}^2 = F\vec{x}_0^2 + A\vec{x}_0\vec{x} + B\vec{x}^2 > 0 \qquad 1.9\text{-}17$$

$(1.9-17)$-ի մեջ տեղադրելով $\left(\overleftarrow{x}_0, \overleftarrow{x}\right)$ հակադիր առանցքաթվերի արտահայտությունները $(1.9-12)$-ից և կատարելով գործողություններ, ինչպես նաև իրար հավասարեցնելով $\left(\vec{x}_0^2\right)$-ի, $\left(\vec{x}_0\vec{x}\right)$-ի և $\left(\vec{x}^2\right)$-ի գործակիցները, մենք կստանանք A անհայտ գործակցի արժեքը.

$$\boxed{A = Fs} \qquad 1.9\text{-}18$$

Այնուհետև $(1.9-2)$-ով և $(1.9-3)$-ով տրված Հայկական ուղիղ ձևափոխության հավասարումների մեջ կիրառելով $(1.9-6)$-ով և $(1.9-7)$-ով տրված երկու պատահարների առանցքաթվերը, ինչպես նաև կիրառելով $(1.9-10)$-ով և $(1.9-11)$-ով տրված միևնույն երկու պատահարների առանցքաթվերի տարբերությունները, մենք կստանանք տվյալ պատահարների առանցքաթվերի տարբերության ուղիղ ձևափոխությունները, ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում.

- *Միայն ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \vec{x}'_0 = \vec{x}'_{20} - \vec{x}'_{10} = \gamma\left(\vec{v}\right)\left[\left(1 + s\dfrac{\vec{v}}{c}\right)\left(\vec{x}_{20} - \vec{x}_{10}\right) + g\dfrac{\vec{v}}{c}\left(\vec{x}_2 - \vec{x}_1\right)\right] = \gamma\left(\vec{v}\right)\left[\left(1 + s\dfrac{\vec{v}}{c}\right)\vec{x}_0 + g\dfrac{\vec{v}}{c}\vec{x}\right] \\ \vec{x}' = \vec{x}'_2 - \vec{x}'_1 = \gamma\left(\vec{v}\right)\left[\left(\vec{x}_2 - \vec{x}_1\right) - \dfrac{\vec{v}}{c}\left(\vec{x}_{20} - \vec{x}_{10}\right)\right] = \gamma\left(\vec{v}\right)\left(\vec{x} - \dfrac{\vec{v}}{c}\vec{x}_0\right) \end{cases} \qquad 1.9\text{-}19$$

- *Միայն հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{x}'_0 = \overleftarrow{x}'_{20} - \overleftarrow{x}'_{10} = \gamma\left(\vec{v}\right)\left[\left(\overleftarrow{x}_{20} - \overleftarrow{x}_{10}\right) - g\dfrac{\vec{v}}{c}\left(\overleftarrow{x}_2 - \overleftarrow{x}_1\right)\right] = \gamma\left(\vec{v}\right)\left(\overleftarrow{x}_0 - g\dfrac{\vec{v}}{c}\overleftarrow{x}\right) \\ \overleftarrow{x}' = \overleftarrow{x}'_2 - \overleftarrow{x}'_1 = \gamma\left(\vec{v}\right)\left[\left(1 + s\dfrac{\vec{v}}{c}\right)\left(\overleftarrow{x}_2 - \overleftarrow{x}_1\right) + \dfrac{\vec{v}}{c}\left(\overleftarrow{x}_{20} - \overleftarrow{x}_{10}\right)\right] = \gamma\left(\vec{v}\right)\left[\left(1 + s\dfrac{\vec{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} + \dfrac{\vec{v}}{c}\overleftarrow{x}_0\right] \end{cases} \qquad 1.9\text{-}20$$

Նմանապես $(1.9-4)$-ով և $(1.9-5)$-ով տրված Հայկական ձևափոխության հավասարումների մեջ կիրառելով $(1.9-6)$-ով և $(1.9-7)$-ով տրված երկու պատահարների առանցքաթվերը, ինչպես նաև կիրառելով $(1.9-10)$-ով և $(1.9-11)$-ով տրված միևնույն երկու պատահարների առանցքաթվերի տարբերությունները, մենք կստանանք տվյալ պատահարների առանցքաթվերի տարբերության հետևյալ ձևափոխության հավասարումները.

- *Հակադիր և ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{x}'_0 = \gamma\left(\vec{v}\right)\left[\vec{x}_0 + \left(s + g\dfrac{\vec{v}}{c}\right)\vec{x}\right] \\ \overleftarrow{x}' = -\gamma\left(\vec{v}\right)\left(\vec{x} - \dfrac{\vec{v}}{c}\vec{x}_0\right) \end{cases} \qquad 1.9\text{-}21$$

- *Ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \vec{x}'_0 = \gamma\left(\vec{v}\right)\left\{\left(1 + s\dfrac{\vec{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}_0 + \left[s + (s^2 - g)\dfrac{\vec{v}}{c}\right]\overleftarrow{x}\right\} \\ \vec{x}' = -\gamma\left(\vec{v}\right)\left[\left(1 + s\dfrac{\vec{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} + \dfrac{\vec{v}}{c}\overleftarrow{x}_0\right] \end{cases} \qquad 1.9\text{-}22$$

Իսկ այժմ $(1.9-16)$-ով տրված միջակայքի արտահայտությունից առանձնացնենք հետևյալ առնչությունը.

$$\text{ե}^2 = F\vec{x}_0'^2 + A\vec{x}'_0\vec{x}' + B\vec{x}'^2 = F\vec{x}_0^2 + A\vec{x}_0\vec{x} + B\vec{x}^2 > 0 \qquad 1.9\text{-}23$$

$(1.9-19)$-ով տրված $\left(\vec{x}'_0, \vec{x}'\right)$ առանցքաթվերի ձևափոխության արտահայտությունները տեղադրելով $(1.9-23)$-ի մեջ և ստացված հավասարման մեջ իրար հավասարեցնելով $\left(\vec{x}_0^2\right)$-ի, $\left(\vec{x}_0\vec{x}\right)$-ի և $\left(\vec{x}^2\right)$-ի գործակիցները, ինչպես նաև այդ գործակիցները գրելով ըստ $\vec{V}$ ուղիղ հարաբերական արագության աստիճանացույցի աճման, մենք կստանանք հետևյալ հավասարումների համակարգը.

$$\begin{cases} 1)\ \ \gamma^2\left(\vec{v}\right)\left[F + (2Fs - A)\dfrac{\vec{v}}{c} + (Fs^2 - As + B)\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}\right] = F \\ 2)\ \ \gamma^2\left(\vec{v}\right)\left[A + (2Fg + As - 2B)\dfrac{\vec{v}}{c} + (2Fs - A)g\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}\right] = A \\ 3)\ \ \gamma^2\left(\vec{v}\right)\left(B + Ag\dfrac{\vec{v}}{c} + Fg^2\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}\right) = B \end{cases} \qquad 1.9\text{-}24$$

$(1.9-24)$-ով մեջ տեղադրելով $(1.9-18)$-ով տրված A գործակցի արժեքը, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} 1)\ \ \gamma^2\left(\vec{v}\right)\left(F + Fs\dfrac{\vec{v}}{c} + B\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}\right) = F \\ 2)\ \ \gamma^2\left(\vec{v}\right)\left[Fs + (2Fg + Fs^2 - 2B)\dfrac{\vec{v}}{c} + Fsg\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}\right] = Fs \\ 3)\ \ \gamma^2\left(\vec{v}\right)\left(B + Fsg\dfrac{\vec{v}}{c} + Fg^2\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}\right) = B \end{cases} \qquad 1.9\text{-}25$$

Այնուհետև իրար վրա բաժանելով $(1.9-25)$-ով տրված հավասարումների համակարգի կամայական երկու հավասարումները և բերելով այն ընդհանուր հայտարարի, ինչպես նաև իրար հավասարեցնելով $\vec{V}$ հարաբերական արագության միևնույն աստիճանացույցի գործակիցները, մենք կստանանք B անհայտ գործակցի արժեքը.

$$\boxed{B = Fg} \qquad 1.9\text{-}26$$

$(1.9-26)$-ով որոշված B գործակցի արժեքը տեղադրելով $(1.9-25)$-վ տրված հավասարումների համակարգի որևէ հավասարման մեջ, մենք կստանանք $\gamma^2\left(\vec{v}\right)$ գործակցի արտահայտությունը.

$$\gamma^2\left(\vec{v}\right) = \frac{1}{1 + s\dfrac{\vec{v}}{c} + g\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}} > 0 \qquad 1.9\text{-}27$$

$(1.9-27)$-ով որոշված $\gamma^2\left(\vec{v}\right)$-ի արտահայտությունը տեղադրելով $(1.8-21)$-ով տրված $d\left(\vec{v}\right)$ որոշիչի արտահայտության մեջ, ինչպես նաև վերհիշելով $(1.8-20)$-ը, մենք կստանանք.

$$\boxed{d\left(\overleftarrow{v}\right) = d\left(\vec{v}\right) = 1} \qquad 1.9\text{-}28$$

<u>Ընդգծում 1-24</u> - $(1.9-28)$-*ի արդյունքից հետևում է որ, համաձայն* $(1.1-20)$-*ի,* <u>*ապաքամետ աջլիկ իներցիալ*</u> *համակարգերի հարաբերական շարժման Հայկական ձևափոխության հավասարումները հանդիսանում են դրական ձևափոխություններ:*

$(1.9-28)$-ը կիրառելով $(1.8-21)$-ի երկրորդ հավասարման մեջ մենք կստանանք $\gamma^2\left(\overleftarrow{v}\right)$-ի արտահայտությունը.

$$\gamma^2\left(\overleftarrow{v}\right) = \frac{1}{1 + s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c} + g\dfrac{\overleftarrow{v}^2}{c^2}} > 0 \qquad 1.9\text{-}29$$

Իսկ, համաձայն $(1.3-11)$-ի, քանի որ γ գործակիցները պետք է լինեն դրական մեծություն, հետևաբար $(1.9-27)$-ից և $(1.9-29)$-ից մենք վերջնականապես Հայկական γ գործակիցների համար կստանանք հետևյալ բանաձևերը, որոնք Լորենցի գամմա գործակցից տարբերակելու համար այսուհետև մենք այն միշտ կօգտագործենք «Հ» ստորին ցուցիչով.

$$\boxed{\begin{cases} \gamma_{Հ}\left(\vec{v}\right) = \dfrac{1}{\sqrt{1 + s\dfrac{\vec{v}}{c} + g\dfrac{\vec{v}^2}{c^2}}} > 0 \\ \gamma_{Հ}\left(\overleftarrow{v}\right) = \dfrac{1}{\sqrt{1 + s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c} + g\dfrac{\overleftarrow{v}^2}{c^2}}} > 0 \end{cases}} \qquad 1.9\text{-}30$$

Այնուհետև $(1.9-28)$-ով տրված որոշիչների արժեքները տեղադրելով $(1.8-22)$-ի մեջ, մենք կստանանք առնչություններ, որոնք ճիշտ են ինչպես կամայական $\overrightarrow{V}$ և $\overleftarrow{V}$ ուղիղ և հակադիր հարաբերական արագության համար, նույնպես և ճիշտ են շարժվող փորձնական մասնիկի կամայական w ուղիղ և հակադիր արագության համար.

$$\begin{cases} \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{w}\right) = \beta\left(\overrightarrow{w}\right) = \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{w}\right)\left(1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right) > 0 \\ \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{w}\right) = \beta\left(\overleftarrow{w}\right) = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{w}\right)\left(1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right) > 0 \end{cases} \qquad 1.9\text{-}31$$

Նմանապես $(1.9-28)$-ով տրված որոշիչների արժեքները տեղադրելով $(1.8-23)$-ի մեջ, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունը, որը համաձայն (ընդգծում 1-12)-ի, ճիշտ է ինչպես կամայական V հարաբերական արագության համար, նույնպես և շարժվող փորձնական մասնիկի կամայական w արագության համար.

$$\gamma_{չ}\left(\overleftarrow{w}\right)\overleftarrow{w} = -\gamma_{չ}\left(\overrightarrow{w}\right)\overrightarrow{w} \qquad 1.9\text{-}32$$

Քանի որ $(1.9-27)$-ով և $(1.9-29)$-ով տրված $\gamma_{չ}^{2}\left(\overrightarrow{V}\right)$-ի և $\gamma_{չ}^{2}\left(\overleftarrow{V}\right)$-ի արտահայտությունները դրական մեծություններ են, հետևաբար համաձայն $(1.8-24)$-ի, կամայական w ուղիղ և հակադիր արագության համար տեղի ունեն հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} 1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} > 0 \\ 1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2} > 0 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} 1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} > 0 \\ 1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2} > 0 \end{cases} \qquad 1.9\text{-}33$$

$(1.9-33)$-ով տրված անհավասարությունների համակարգերի առաջին անհավասարության գոյությունից բխում է նաև հետևյալ անհավասարությունը, որի անհրաժեշտությունը մենք կզգանք հետագայում.

$$\begin{cases} 1 + \frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c} > \frac{1}{2} > 0 \\ 1 + \frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c} > \frac{1}{2} > 0 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} cd\overrightarrow{t} + \frac{1}{2}sd\overrightarrow{x} > 0 \\ cd\overleftarrow{t} + \frac{1}{2}sd\overleftarrow{x} > 0 \end{cases} \qquad 1.9\text{-}34$$

Ընդգծում 1-25 - *Եթե* $(1.9-19)$*-ով տրված* $\left(\overrightarrow{x}'_0, \overrightarrow{x}'\right)$ *ուղիղ առանցքաբվերի ձևափոխության հավասարումների փոխարեն օգտագործենք* $(1.9-20)$*-ով կամ* $(1.9-21)$*-ով և կամ էլ* $(1.9-22)$*-ով տրված առանցքաբվերի ձևափոխության հավասարումները և դրանք տեղադրենք* $(1.9-16)$*-ով տրված միջակայքի համապատասխան առնչության մեջ, ապա մենք նույնպես կստանանք* $(1.9-30)$*-ով տրված բանաձևերը:*

$(1.9-18)$-ով և $(1.9-26)$-ով տրված A և B գործակիցների արժեքները տեղադրելով $(1.9-16)$-ով տրված արտահայտության մեջ, մենք միջակայքի քառակուսու համար կստանանք հետևյալ բանաձևը.

$$ŧ^2 = F\left(\overrightarrow{x}_0'^2 + s\overrightarrow{x}'_0\overrightarrow{x}' + g\overrightarrow{x}'^2\right) = F\left(\overrightarrow{x}_0^2 + s\overrightarrow{x}_0\overrightarrow{x} + g\overrightarrow{x}^2\right) = F\left(\overleftarrow{x}_0'^2 + s\overleftarrow{x}'_0\overleftarrow{x}' + g\overleftarrow{x}'^2\right) = F\left(\overleftarrow{x}_0^2 + s\overleftarrow{x}_0\overleftarrow{x} + g\overleftarrow{x}^2\right) > 0 \qquad 1.9\text{-}35$$

$(1.9-35)$-ով տրված միջակայքի քառակուսու բանաձևերը գրված դիֆֆերենցիալների տեսքով, կլինեն.

$$\begin{cases} dŧ^2 = F\left(d\overrightarrow{x}_0'^2 + sd\overrightarrow{x}'_0 d\overrightarrow{x}' + gd\overrightarrow{x}'^2\right) = F\left(d\overrightarrow{x}_0^2 + sd\overrightarrow{x}_0 d\overrightarrow{x} + gd\overrightarrow{x}^2\right) > 0 \\ dŧ^2 = F\left(d\overleftarrow{x}_0'^2 + sd\overleftarrow{x}'_0 d\overleftarrow{x}' + gd\overleftarrow{x}'^2\right) = F\left(d\overleftarrow{x}_0^2 + sd\overleftarrow{x}_0 d\overleftarrow{x} + gd\overleftarrow{x}^2\right) > 0 \end{cases} \qquad 1.9\text{-}36$$

Այժմ ենթադրենք, որ P փորձնական մասնիկը K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի նկատմամբ շարժվում է համապատասխանաբար $\overrightarrow{u}$ և $\overleftarrow{u}$ արագություններով, իսկ նույն փորձնական մասնիկը K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի նկատմամբ շարժվում է համապատասխանաբար $\overrightarrow{w}$ և $\overleftarrow{w}$ արագություններով: Այնուհետև վերհիշելով $(1.8-3)$-ով և $(1.8-4)$-ով սահմանված ուղիղ և հակադիր արագությունների բանաձևերը, ինչպես նաև $(1.9-1)$-ով տրված նշանակումները և կիրառելով դրանք $(1.9-35)$-ի և $(1.9-36)$-ի մեջ, փորձնական մասնիկի համընթաց կամ կամայական արագություններով շարժման դեպքում մենք միջակայքի քառակուսու և դրա դիֆֆերենցիալի համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունները.

◆ *Փորձնական մասնիկի համընթաց շարժման դեպքում*

$$\begin{cases} \text{ŧ}^2 = F\left(1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c} + g\frac{\overrightarrow{u}^2}{c^2}\right)\left(c\overrightarrow{t}'\right)^2 = F\left(1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}\right)\left(c\overrightarrow{t}\right)^2 > 0 \\ \text{ŧ}^2 = F\left(1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}\right)\left(c\overleftarrow{t}'\right)^2 = F\left(1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}\right)\left(c\overleftarrow{t}\right)^2 > 0 \end{cases} \quad 1.9\text{-}37$$

◆ *Փորձնական մասնիկի կամայական շարժման դեպքում*

$$\begin{cases} d\text{ŧ}^2 = F\left(1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c} + g\frac{\overrightarrow{u}^2}{c^2}\right)\left(cd\overrightarrow{t}'\right)^2 = F\left(1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}\right)\left(cd\overrightarrow{t}\right)^2 > 0 \\ d\text{ŧ}^2 = F\left(1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}\right)\left(cd\overleftarrow{t}'\right)^2 = F\left(1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}\right)\left(cd\overleftarrow{t}\right)^2 > 0 \end{cases} \quad 1.9\text{-}38$$

Քանի որ, համաձայն (ընդգծում 1-12)-ի, $(1.9-27)$-ով և $(1.9-29)$-ով տրված բանաձևերը ճիշտ են նաև կամայական արագության (ուղիղ կամ հակադիր) համար, հետևաբար $(1.9-37)$-ով տրված բանաձևի մեջ հավասարման ամենաձախ կողմը՝ (ŧ^2), դրական մեծություն է, իսկ աջ կողմի բոլոր արտադրիչները, բացառությամբ F գործակցից, նույնպես դրական մեծություններ են և հետևաբար դրական մեծություն պետք է լինի նաև F գործակիցը: Բացի դրանից, քանի որ F գործակիցը ոչ մի դեր չի կատարում միջակայքի քառակուսու բանաձևերի մեջ, մենք առանց ընդհանրությունը կորցնելու, կարող ենք ազատվել դրանից ընդունելով.

$$F = +1 \quad 1.9\text{-}39$$

F-ի արժեքը $(1.9-39)$-ից տեղադրելով $(1.9-35)$-ով տրված միջակայքի քառակուսու բանաձևի մեջ, ինչպես նաև օգտվելով $(1.9-1)$-ի նշանակումներից, մենք վերջնականապես կստանանք.

$$\text{ŧ}^2 = \left(c\overrightarrow{t}'\right)^2 + s\left(c\overrightarrow{t}'\right)\overrightarrow{x}' + g\overrightarrow{x}'^2 = \left(c\overrightarrow{t}\right)^2 + s\left(c\overrightarrow{t}\right)\overrightarrow{x} + g\overrightarrow{x}^2 = \left(c\overleftarrow{t}'\right)^2 + s\left(c\overleftarrow{t}'\right)\overleftarrow{x}' + g\overleftarrow{x}'^2 = \left(c\overleftarrow{t}\right)^2 + s\left(c\overleftarrow{t}\right)\overleftarrow{x} + g\overleftarrow{x}^2 > 0 \quad 1.9\text{-}40$$

Իսկ $(1.9-40)$-ով տրված միջակայքի քառակուսու դիֆֆերենցիալների համար մենք կստանանք.

$$\begin{cases} d\text{ŧ}^2 = \left(cd\overrightarrow{t}'\right)^2 + s\left(cd\overrightarrow{t}'\right)\left(d\overrightarrow{x}'\right) + g\left(d\overrightarrow{x}'\right)^2 = \left(cd\overrightarrow{t}\right)^2 + s\left(cd\overrightarrow{t}\right)\left(d\overrightarrow{x}\right) + g\left(d\overrightarrow{x}\right)^2 > 0 \\ d\text{ŧ}^2 = \left(cd\overleftarrow{t}'\right)^2 + s\left(cd\overleftarrow{t}'\right)\left(d\overleftarrow{x}'\right) + g\left(d\overleftarrow{x}'\right)^2 = \left(cd\overleftarrow{t}\right)^2 + s\left(cd\overleftarrow{t}\right)\left(d\overleftarrow{x}\right) + g\left(d\overleftarrow{x}\right)^2 > 0 \end{cases} \quad 1.9\text{-}41$$

Նույնպես F-ի արժեքը $(1.9-39)$-ից տեղադրելով $(1.9-37)$-ով և $(1.9-38)$-ով տրված արտահայտությունների մեջ, ինչպես նաև վերհիշելով $(1.9-27)$-ը և $(1.9-29)$-ը, մենք միջակայքի և իր դիֆֆերենցիալի համար կստանանք նաև հետևյալ բանաձևերը.

◆ *Փորձնական մասնիկի համընթաց շարժման դեպքում*

$$\text{ŧ} = \sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c} + g\frac{\overrightarrow{u}^2}{c^2}}\left(c\overrightarrow{t}'\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}}\left(c\overrightarrow{t}\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}}\left(c\overleftarrow{t}'\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}\left(c\overleftarrow{t}\right) > 0 \quad 1.9\text{-}42$$

◆ *Փորձնական մասնիկի կամայական շարժման դեպքում*

$$d\text{ŧ} = \sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c} + g\frac{\overrightarrow{u}^2}{c^2}}\left(cd\overrightarrow{t}'\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}}\left(cd\overrightarrow{t}\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}}\left(cd\overleftarrow{t}'\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}\left(cd\overleftarrow{t}\right) > 0 \quad 1.9\text{-}43$$

1.10 - Բացարձակ Ժամանակի և Բացարձակ Արագության Սահմանումը և Բացարձակ Արագության Ձևափոխության Հավասարումները

Ժամանակը մի խորհրդավոր ֆիզիկական երևույթ է, որի առարկայական ըմբռնումը շատ կարևոր է ճշգրիտ ֆիզիկական տեսություն կառուցելու համար: Իրապես, ժամանակի հասկացողության մասին իմաստասիրական և կենսաբանական մոտեցումները հենց 20-րդ դարի սկզբին փոխարինվեցին ավելի շատ ժամանակի բնույթի ֆիզիկական և քանակական հետազոտմամբ, որի ուղղակի արդյունքը հանդիսացան ժամանակատարածության հատուկ հարաբերականության և ընդհանուր հարաբերականության տեսությունների ստեղծումը:

Այս բաժնում մենք կսահմանենք և կքննարկենք Ֆիզիկայի համար շատ կարևոր՝ *բացարձակ ժամանակի* հասկացողությունը: Այնուհետև օգտագործելով բացարձակ ժամանակի գաղափարը, մյուս ֆիզիկական մեծությունների համար ևս մենք կսահմանենք իրենց համարժեք բացարձակ մեծությունները:

Սահմանում 1-4 - *Քանի որ, համաձայն* $(1.9-40)$*-ի, երկու պատահարների միջև եղած միջակայքի քառակուսին, բոլոր իներցիալ համակարգերում (ուղիղ թե հակադիր) հաստատուն մեծություն է, հետևաբար այդ փաստը մեզ հուշում է որ մենք կարող ենք սահմանել բացարձակ ժամանակի հասկացողությունը, որը կունենա նույն մեծությունը բոլոր իներցիալ համակարգերում (ուղիղ թե հակադիր), և այն մենք կնշանակենք* τ*-ով: Այսպիսով բացարձակ ժամանակը և իր դիֆֆերենցիալը մենք կսահմանենք հետևյալ կերպ.*

$$\begin{cases} \tau = \frac{1}{c}\text{ե} \\ d\tau = \frac{1}{c}d\text{ե} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}1$$

Օգտվելով $(1.9-40)$-ով և $(1.9-41)$-ով տրված բանաձևերից և $(1.10-1)$-ով տրված սահմանումից, բացարձակ ժամանակի քառակուսու և իր դիֆֆերենցիալի համար մենք կստանանք հետևյալ արտահայտությունները.

- $\overrightarrow{K}'$ *և* $\overrightarrow{K}$ *ուղիղ իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \tau^2 = \frac{1}{c^2}\text{ե}^2 = \overrightarrow{t}'^2 + s\frac{1}{c}\overrightarrow{t}'\overrightarrow{x}' + g\frac{1}{c^2}\overrightarrow{x}'^2 = \overrightarrow{t}^2 + s\frac{1}{c}\overrightarrow{t}\overrightarrow{x} + g\frac{1}{c^2}\overrightarrow{x}^2 > 0 \\ d\tau^2 = \frac{1}{c^2}d\text{ե}^2 = d\overrightarrow{t}'^2 + s\frac{1}{c}d\overrightarrow{t}'d\overrightarrow{x}' + g\frac{1}{c^2}d\overrightarrow{x}'^2 = d\overrightarrow{t}^2 + s\frac{1}{c}d\overrightarrow{t}d\overrightarrow{x} + g\frac{1}{c^2}d\overrightarrow{x}^2 \end{cases} \qquad 1.10\text{-}2$$

- $\overleftarrow{K}'$ *և* $\overleftarrow{K}$ *հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \tau^2 = \frac{1}{c^2}\text{ե}^2 = \overleftarrow{t}'^2 + s\frac{1}{c}\overleftarrow{t}'\overleftarrow{x}' + g\frac{1}{c^2}\overleftarrow{x}'^2 = \overleftarrow{t}^2 + s\frac{1}{c}\overleftarrow{t}\overleftarrow{x} + g\frac{1}{c^2}\overleftarrow{x}^2 > 0 \\ d\tau^2 = \frac{1}{c^2}d\text{ե}^2 = d\overleftarrow{t}'^2 + s\frac{1}{c}d\overleftarrow{t}'d\overleftarrow{x}' + g\frac{1}{c^2}d\overleftarrow{x}'^2 = d\overleftarrow{t}^2 + s\frac{1}{c}d\overleftarrow{t}d\overleftarrow{x} + g\frac{1}{c^2}d\overleftarrow{x}^2 \end{cases} \qquad 1.10\text{-}3$$

Իսկ փորձնական մասնիկի համընթաց կամ կամայական արագությամբ շարժման դեպքերի համար օգտվելով համապատասխանաբար $(1.9-42)$-ով և $(1.9-43)$-ով տրված բանաձևերից, մենք բացարձակ ժամանակի և իր դիֆֆերենցիալի համար կստանանք նաև հետևյալ արտահայտությունները.

- *Փորձնական մասնիկի <u>համընթաց</u> շարժման դեպքում*

$$\tau = \frac{1}{c}\text{ե} = \overleftarrow{t}'\sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}} = \overrightarrow{t}'\sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c} + g\frac{\overrightarrow{u}^2}{c^2}} = \overleftarrow{t}\sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}} = \overrightarrow{t}\sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}} > 0 \qquad 1.10\text{-}4$$

- *Փորձնական մասնիկի <u>կամայական</u> շարժման դեպքում*

$$d\tau = \frac{1}{c}d\text{ե} = \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}}\left(d\overleftarrow{t}'\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c} + g\frac{\overrightarrow{u}^2}{c^2}}\left(d\overrightarrow{t}'\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}\left(d\overleftarrow{t}\right) = \sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}}\left(d\overrightarrow{t}\right) \qquad 1.10\text{-}5$$

Ընդգծում 1-26 - *Քանի որ մենք սահմանեցինք բացարձակ ժամանակ հասկացողությունը, որը ունի նույն արժեքը բոլոր իներցիալ համակարգերում (ուղիղ թե հակադիր), ապա անհրաժեշտ է որ մինչև այժմ մեր օգտագործած t' և t ժամանակը տարբերենք նոր ներմուծված բացարձակ ժամանակից և դրա համար, այսուհետև, մենք այն կանվանենք տեղական ժամանակ: Եւ ինչպես արդեն մենք գիտենք, տեղական ժամանակը տարբեր է ոչ միայն իրար նկատմամբ հարաբերական շարժման մեջ գտնվող իներցիալ համակարգերում, այլ այն տարբեր է նաև տարածության հայելային անդրադարձված իներցիալ համակարգերում, ինչը մենք մանրամասն շարադրել ենք* (1.8) *բաժնում:*

Այնուհետև օգտագործելով (1.9 – 30)-ով որոշված Հայկական γ գործակիցների բանաձևերը u և w (ուղիղ և հակադիր) արագությունների համար և տեղադրելով դրանք (1.10 – 5)-ի մեջ, մենք կստանանք բացարձակ և տեղական ժամանակի դիֆֆերենցիալների միջև եղած հետևյալ առնչությունները.

$$d\tau = \frac{1}{\gamma_{չ}(\overleftarrow{u})}d\overleftarrow{t}' = \frac{1}{\gamma_{չ}(\vec{u})}d\vec{t}' = \frac{1}{\gamma_{չ}(\overleftarrow{w})}d\overleftarrow{t} = \frac{1}{\gamma_{չ}(\vec{w})}d\vec{t} \qquad 1.10\text{-}6$$

(1.10 – 6)-ով տրված հավասարումից մենք կարող ենք ստանալ նաև հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \dfrac{d\overleftarrow{t}'}{d\tau} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{u}) \\ \dfrac{d\vec{t}'}{d\tau} = \gamma_{չ}(\vec{u}) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \dfrac{d\overleftarrow{t}}{d\tau} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{w}) \\ \dfrac{d\vec{t}}{d\tau} = \gamma_{չ}(\vec{w}) \end{cases} \qquad 1.10\text{-}7$$

Նմանապես (1.10 – 6)-ից կամ (1.10 – 7)-ից մենք կարող ենք ստանալ նաև հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \dfrac{d\overleftarrow{t}'}{d\overleftarrow{t}} = \dfrac{\gamma_{չ}(\overleftarrow{u})}{\gamma_{չ}(\overleftarrow{w})} \\ \dfrac{d\vec{t}'}{d\vec{t}} = \dfrac{\gamma_{չ}(\vec{u})}{\gamma_{չ}(\vec{w})} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \dfrac{d\overleftarrow{t}}{d\overleftarrow{t}'} = \dfrac{\gamma_{չ}(\overleftarrow{w})}{\gamma_{չ}(\overleftarrow{u})} \\ \dfrac{d\vec{t}}{d\vec{t}'} = \dfrac{\gamma_{չ}(\vec{w})}{\gamma_{չ}(\vec{u})} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}8$$

Երկու տեսակի ժամանակների գոյության փաստից հետևում է որ պետք է գոյություն ունենան նաև երկու տեսակի արագություններ, արագացումներ և ընդհանրապես պետք է գոյություն ունենան երկու տեսակի ժամանակից կախված ֆիզիկական մեծություններ՝ տեղական և բացարձակ: Հետևաբար Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության մեջ շատ կարևոր է տարբերակել և հստակ սահմանել տեղական և բացարձակ ֆիզիկական մեծությունները: Այդ նպատակով ցանկացած բացարձակ ֆիզիկական մեծության համար մենք կօգտագործենք «բ» ստորին ցուցիչ, որպեսզի տարբերակենք բացարձակ ֆիզիկական մեծությունները համապատասխան տեղական ֆիզիկական մեծություններից:

Սահմանում 1-5 - *Փորձնական մասնիկի անցած ճանապարհի չափը ըստ միավոր տեղական ժամանակի մենք կանվանենք տեղական արագություն, իսկ փորձնական մասնիկի անցած ճանապարհի չափը ըստ միավոր բացարձակ ժամանակի մենք կանվանենք բացարձակ արագություն: Նմանապես մենք կարող ենք սահմանել նաև տեղական և բացարձակ արագացումները: Հետևաբար, փորձնական մասնիկի որակապես իրարից տարբեր այս երկու արագությունները և արագացումները K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում մենք կարող ենք սահմանել և նշանակել հետևյալ կերպ.*

- *$\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \textit{Տեղական կամ Նյուտոնյան արագություն} & \Rightarrow & \vec{u} = \dfrac{d\vec{x}'}{d\vec{t}'} & \text{և} & \vec{w} = \dfrac{d\vec{x}}{d\vec{t}} \\ \textit{Տեղական կամ Նյուտոնյան արագացում} & \Rightarrow & \vec{b} = \dfrac{d\vec{u}}{d\vec{t}'} & \text{և} & \vec{a} = \dfrac{d\vec{w}}{d\vec{t}} \\ \textit{Բացարձակ արագություն} & \Rightarrow & \vec{u}_{բ} = \dfrac{d\vec{x}'}{d\tau} & \text{և} & \vec{w}_{բ} = \dfrac{d\vec{x}}{d\tau} \\ \textit{Բացարձակ արագացում} & \Rightarrow & \vec{b}_{բ} = \dfrac{d\vec{u}_{բ}}{d\tau} & \text{և} & \vec{a}_{բ} = \dfrac{d\vec{w}_{բ}}{d\tau} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}9$$

◆ *$\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \textit{Տեղական կամ Նյուտոնյան արագություն} & \Rightarrow \quad \overleftarrow{u} = \dfrac{d\overleftarrow{x}'}{d\overleftarrow{t}'} \quad \text{և} \quad \overleftarrow{w} = \dfrac{d\overleftarrow{x}}{d\overleftarrow{t}} \\ \textit{Տեղական կամ Նյուտոնյան արագացում} & \Rightarrow \quad \overleftarrow{b} = \dfrac{d\overleftarrow{u}}{d\overleftarrow{t}'} \quad \text{և} \quad \overleftarrow{a} = \dfrac{d\overleftarrow{w}}{d\overleftarrow{t}} \\ \textit{Բացարձակ արագություն} & \Rightarrow \quad \overleftarrow{u}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{x}'}{d\tau} \quad \text{և} \quad \overleftarrow{w}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{x}}{d\tau} \\ \textit{Բացարձակ արագացում} & \Rightarrow \quad \overleftarrow{b}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{u}_{\text{բ}}}{d\tau} \quad \text{և} \quad \overleftarrow{a}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{d\tau} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}10$$

Այնուհետև բացարձակ ժամանակի $d\tau$ դիֆֆերենցիալի արտահայտությունը $(1.10-6)$-ից տեղադրելով $(1.10-9)$-ի և $(1.10-10)$-ի մեջ, ինչպես նաև օգտվելով տեղական արագությունների $(1.8-3)$-ով և $(1.8-4)$-ով տրված սահմանումներից, մենք կստանանք բացարձակ արագության և տեղական արագության միջև եղած կապը K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում.

$$\begin{cases} \overleftarrow{K}' \text{ և } \vec{K}' \text{ իներցիալ համակարգերում} & \Rightarrow \quad \overleftarrow{u}_{\text{բ}} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{u})\overleftarrow{u} \quad \text{և} \quad \vec{u}_{\text{բ}} = \gamma_{չ}(\vec{u})\vec{u} \\ \overleftarrow{K} \text{ և } \vec{K} \text{ իներցիալ համակարգերում} & \Rightarrow \quad \overleftarrow{w}_{\text{բ}} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{w} \quad \text{և} \quad \vec{w}_{\text{բ}} = \gamma_{չ}(\vec{w})\vec{w} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}11$$

Սահմանում 1-6 - $(1.10-9)$*-ով,* $(1.10-10)$*-ով սահմանված և* $(1.10-11)$*-ով տրված բացարձակ արագությունները իրականում հանդիսանում են բացարձակ արագության տարածական բաղադրիչներ երկչափ ժամանակատարածության մեջ: Հետևաբար,* $(1.10-11)$*-ին համանման, մենք կարող ենք սահմանել նաև փորձնական մասնիկի բացարձակ արագության թվային բաղադրիչները* K' *և* K *ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում հետևյալ կերպ.*

$$\begin{cases} \overleftarrow{K}' \text{ և } \vec{K}' \text{ իներցիալ համակարգերում} & - \quad \overleftarrow{u}^{0}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{x}'_0}{d\tau} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{u})c \quad \text{և} \quad \vec{u}^{0}_{\text{բ}} = \dfrac{d\vec{x}'_0}{d\tau} = \gamma_{չ}(\vec{u})c \\ \overleftarrow{K} \text{ և } \vec{K} \text{ իներցիալ համակարգերում} & - \quad \overleftarrow{w}^{0}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{x}_0}{d\tau} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{w})c \quad \text{և} \quad \vec{w}^{0}_{\text{բ}} = \dfrac{d\vec{x}_0}{d\tau} = \gamma_{չ}(\vec{w})c \end{cases} \qquad 1.10\text{-}12$$

Նման ձևով մենք կարող ենք սահմանել նաև K' *և* K *ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև բացարձակ հարաբերական արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչները հետևյալ կերպ.*

Ուղիղ բացարձակ հարաբերական արագություն		Հակադիր բացարձակ հարաբերական արագություն	
$\begin{cases} \vec{v}^{0}_{\text{բ}} = \gamma_{չ}(\vec{v})c \\ \vec{v}_{\text{բ}} = \gamma_{չ}(\vec{v})\vec{v} \end{cases}$	և	$\begin{cases} \overleftarrow{v}^{0}_{\text{բ}} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v})c \\ \overleftarrow{v}_{\text{բ}} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\overleftarrow{v} \end{cases}$	1.10-13

Օգտվելով $(1.9-31)$-ով և $(1.9-32)$-ով տրված կամայական ուղիղ և հակադիր տեղական արագությունների միջև գոյություն ունեցող առնչություններից, ինչպես նաև օգտվելով շարժվող փորձնական մասնիկի կամ հարաբերական շարժման $(1.10-11)$-ով, $(1.10-12)$-ով և $(1.10-13)$-ով տրված բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչների սահմանումից, մենք կստանանք հակադիր բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչների կապը համապատասխան ուղիղ բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչների հետ:

◆ *Բացարձակ հարաբերական արագության (ուղիղ և հակադիր) բաղադրիչների միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{v}^{0}_{\text{բ}} = \vec{v}^{0}_{\text{բ}} + s\vec{v}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{v}_{\text{բ}} = -\vec{v}_{\text{բ}} \end{cases} \quad \text{կամ} \quad \begin{cases} \vec{v}^{0}_{\text{բ}} = \overleftarrow{v}^{0}_{\text{բ}} + s\overleftarrow{v}_{\text{բ}} \\ \vec{v}_{\text{բ}} = -\overleftarrow{v}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}14$$

◆ *Մասնիկի բացարձակ արագության բաղադրիչների կապը $\overleftarrow{K}'$ և $\vec{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{u}^{0}_{\text{բ}} = \vec{u}^{0}_{\text{բ}} + s\vec{u}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{u}_{\text{բ}} = -\vec{u}_{\text{բ}} \end{cases} \quad \text{կամ} \quad \begin{cases} \vec{u}^{0}_{\text{բ}} = \overleftarrow{u}^{0}_{\text{բ}} + s\overleftarrow{u}_{\text{բ}} \\ \vec{u}_{\text{բ}} = -\overleftarrow{u}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}15$$

◆ *Մասնիկի բացարձակ արագության բաղադրիչների կապը $\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{w}_{\text{p}}^{0} = \overrightarrow{w}_{\text{p}}^{0} + s\overrightarrow{w}_{\text{p}} \\ \overleftarrow{w}_{\text{p}} = -\overrightarrow{w}_{\text{p}} \end{cases} \quad \text{կամ} \quad \begin{cases} \overrightarrow{w}_{\text{p}}^{0} = \overleftarrow{w}_{\text{p}}^{0} + s\overleftarrow{w}_{\text{p}} \\ \overrightarrow{w}_{\text{p}} = -\overleftarrow{w}_{\text{p}} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}16$$

Ընդգծում 1-27 - *Համաձայն $(1.2-1)$-ի, $(1.3-11)$-ի, $(1.8-8)$-ի, $(1.9-33)$-ի և (ընդգծում 1-12)-ի, ինչպես նաև համաձայն $(1.10-9)$-ից մինչև $(1.10-16)$-ը սահմանված և ստացված բոլոր բանաձևերի, մենք առանց ընդհանրության դեմ մեղանչելու կարող ենք ընդունել, որ կամայական տեղական արագության և կամայական բացարձակ արագության թվային և տարածական բաղադրիչների համար տեղի ունեն հետևյալ պայմանները.*

$$\begin{cases} \overrightarrow{w} = w > 0 \\ \overrightarrow{w}_{\text{p}}^{0} = w_{\text{p}}^{0} > 0 \\ \overrightarrow{w}_{\text{p}} = w_{\text{p}} > 0 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{w} = -\dfrac{w}{1 + s\frac{w}{c}} < 0 \\ \overleftarrow{w}_{\text{p}}^{0} = w_{\text{p}}^{0} + sw_{\text{p}} > 0 \\ \overleftarrow{w}_{\text{p}} = -w_{\text{p}} < 0 \end{cases} \qquad 1.10\text{-}17$$

Այժմ բացարձակ արագության թվային և տարածական բաղադրիչների համար արտածենք որոշ հետաքրքիր բանաձևեր: Դրա համար օգտվելով $(1.8-24)$-ով տրված բանաձևից և $(1.10-11)$-ով տրված բացարձակ արագության տարածական բաղադրիչի սահմանումից, կամայական w տեղական արագության համար մենք կստանանք հետևյալ բանաձևը.

$$\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w}) = \frac{1}{1 - g\frac{\overleftarrow{w}\overrightarrow{w}}{c^2}} = 1 - g\frac{w_{\text{p}}^2}{c^2} > 0 \qquad 1.10\text{-}18$$

Իսկ $(1.10-18)$-ից հետևում է, որ բացարձակ արագության տարածական բաղադրիչները պետք է բավարարեն հետևյալ պայմանին.

$$\boxed{g\frac{w_{\text{p}}^2}{c^2} < 1} \qquad 1.10\text{-}19$$

Այնուհետև օգտագործելով $(1.9-27)$-ով և $(1.9-29)$-ով տրված Հայկական γ գործակցի քառակուսու բանաձևերը կամայական w տեղական արագության համար, $(1.10-11)$-ով և $(1.10-12)$-ով տրված բացարձակ արագության տարածական և թվային բաղադրիչների սահմանումները, ինչպես նաև $(1.10-19)$-ով տրված անհավասարությունը, մենք Հայկական γ գործակիցների համար կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w}) = \dfrac{1}{c}\overrightarrow{w}_{\text{p}}^{0} = \sqrt{1 - (g - \frac{1}{4}s^2)\dfrac{w_{\text{p}}^2}{c^2}} - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{p}}}{c} = \Lambda(w_{\text{p}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{p}}}{c} > 0 \\ \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w}) = \dfrac{1}{c}\overleftarrow{w}_{\text{p}}^{0} = \sqrt{1 - (g - \frac{1}{4}s^2)\dfrac{w_{\text{p}}^2}{c^2}} + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{p}}}{c} = \Lambda(w_{\text{p}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{p}}}{c} > 0 \end{cases} \qquad 1.10\text{-}20$$

$(1.10-20)$-ի մեջ մենք քառակուսի արմատը նշանակեցինք Λ (լամբդա) տառով և որը, համաձայն $(1.10-19)$-ի, բավարարում է հետևյալ անհավասարությանը.

$$\Lambda(w_{\text{p}}) = \sqrt{1 - (g - \tfrac{1}{4}s^2)\frac{w_{\text{p}}^2}{c^2}} > \tfrac{1}{2}\left|s\frac{w_{\text{p}}}{c}\right| \qquad 1.10\text{-}21$$

Օգտվելով $(1.10-20)$-ից մենք կարող ենք որոշել բացարձակ արագության ուղիղ և հակադիր թվային բաղադրիչները արտահայտված բացարձակ արագության տարածական բաղադրիչներով հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} \overrightarrow{w}_{\text{p}}^{0} = \left[\Lambda(w_{\text{p}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{p}}}{c}\right]c > 0 \\ \overleftarrow{w}_{\text{p}}^{0} = \left[\Lambda(w_{\text{p}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{p}}}{c}\right]c > 0 \end{cases} \qquad 1.10\text{-}22$$

Նույնպես օգտվելով $(1.10-11)$-ից և $(1.10-20)$-ից, մենք կամայական տեղական արագության համար և բացարձակ արագության տարածական բաղադրիչի համար կստանանք հետևյալը փոխադարձ առնչությունները.

$$\begin{cases} \vec{w}_{\text{բ}} = \gamma_{\text{չ}}(\vec{w})\vec{w} = \dfrac{\vec{w}}{\sqrt{1+s\dfrac{\vec{w}}{c}+g\dfrac{\vec{w}^2}{c^2}}} \\ \overleftarrow{w}_{\text{բ}} = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{w} = \dfrac{\overleftarrow{w}}{\sqrt{1+s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}+g\dfrac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \vec{w} = \dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{չ}}(\vec{w})} = \dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{\Lambda(w_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c}} \\ \overleftarrow{w} = \dfrac{\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})} = -\dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{\Lambda(w_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c}} \end{cases} \qquad \text{1.10-23}$$

<u>Ընդգծում 1-28</u> - $(1.10-21)$*-ով տրված* Λ *գործակցի մեջ մենք չենք օգտագործել վեկտորական նշագրություն, որովհետև այն ըստ բացարձակ արագության տարածական բաղադրիչի զույգ ֆունկցիա է և հետևաբար, համաձայն* $(1.10-16)$*-ի, մնում է նույնը:*

Եւ վերջապես, կամայական v, u և w տեղական արագությունների համար օգտվելով $(1.9-27)$-ով և $(1.9-29)$-ով տրված Հայկական γ գործակցի քառակուսու բանաձևերից, ինչպես նաև օգտվելով $(1.10-11)$-ով, $(1.10-12)$-ով և $(1.10-13)$-ով տրված բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչների սահմանումից, մենք կամայական բացարձակ արագության բաղադրիչների համար կստանանք հետևյալ գեղեցիկ բանաձևը.

$$\boxed{\left(\vec{w}^0_{\text{բ}}\right)^2 + s\vec{w}^0_{\text{բ}}\vec{w}_{\text{բ}} + g\left(\vec{w}_{\text{բ}}\right)^2 = \left(\overleftarrow{w}^0_{\text{բ}}\right)^2 + s\overleftarrow{w}^0_{\text{բ}}\overleftarrow{w}_{\text{բ}} + g\left(\overleftarrow{w}_{\text{բ}}\right)^2 = c^2} \qquad \text{1.10-24}$$

Իսկ $(1.8-33)$-ի մեջ կիրառելով $(1.10-11)$-ով, $(1.10-12)$-ով և $(1.10-13)$-ով սահմանված բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչների արտահայտությունները, ինչպես նաև կիրառելով $(1.10-14)$-ով և $(1.10-16)$-ով տրված առնչությունները, մենք կստանանք բացարձակ արագությունների <u>տարբերության</u> թվային և տարածական բաղադրիչների ձևափոխության հավասարումները.

$$\boxed{\begin{cases} \vec{u}^0_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\overleftarrow{v}^0_{\text{բ}}\vec{w}^0_{\text{բ}} + g\vec{v}_{\text{բ}}\vec{w}_{\text{բ}}\right) \\ \vec{u}_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\vec{v}^0_{\text{բ}}\vec{w}_{\text{բ}} - \vec{w}^0_{\text{բ}}\vec{v}_{\text{բ}}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{u}^0_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\vec{v}^0_{\text{բ}}\overleftarrow{w}^0_{\text{բ}} + g\overleftarrow{v}_{\text{բ}}\overleftarrow{w}_{\text{բ}}\right) \\ \overleftarrow{u}_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\overleftarrow{v}^0_{\text{բ}}\overleftarrow{w}_{\text{բ}} - \overleftarrow{w}^0_{\text{բ}}\overleftarrow{v}_{\text{բ}}\right) \end{cases}} \qquad \text{1.10-25}$$

Նմանապես $(1.8-34)$-ի մեջ կիրառելով $(1.10-11)$-ով, $(1.10-12)$-ով և $(1.10-13)$-ով սահմանված բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչների արտահայտությունները, ինչպես նաև կիրառելով $(1.10-14)$-ով և $(1.10-15)$-ով տրված առնչությունները, մենք կստանանք բացարձակ արագությունների <u>գումարի</u> թվային և տարածական բաղադրիչների ձևափոխության հավասարումները.

$$\boxed{\begin{cases} \vec{w}^0_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\vec{v}^0_{\text{բ}}\vec{u}^0_{\text{բ}} - g\vec{v}_{\text{բ}}\vec{u}_{\text{բ}}\right) \\ \vec{w}_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\overleftarrow{v}^0_{\text{բ}}\vec{u}_{\text{բ}} + \vec{u}^0_{\text{բ}}\vec{v}_{\text{բ}}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{w}^0_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\overleftarrow{v}^0_{\text{բ}}\overleftarrow{u}^0_{\text{բ}} - g\overleftarrow{v}_{\text{բ}}\overleftarrow{u}_{\text{բ}}\right) \\ \overleftarrow{w}_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\vec{v}^0_{\text{բ}}\overleftarrow{u}_{\text{բ}} + \overleftarrow{u}^0_{\text{բ}}\overleftarrow{v}_{\text{բ}}\right) \end{cases}} \qquad \text{1.10-26}$$

Այնուհետև $(1.10-25)$-ով և $(1.10-26)$-ով տրված ուղիղ և հակադիր բացարձակ արագությունների տարբերության և գումարի տարածական բաղադրիչների արտահայտությունների մեջ տեղադրելով $(1.10-22)$-ով տրված բացարձակ արագության ուղիղ և հակադիր թվային բաղադրիչների արտահայտությունները համապատասխանաբար v, u և w արագությունների համար, մենք ուղիղ և հակադիր բացարձակ արագությունների տարածական բաղադրիչների տարբերության և գումարի համար կստանանք նաև հետևյալ բանաձևերը.

$$\boxed{\begin{cases} \vec{u}_{\text{բ}} = \Lambda(v_{\text{բ}})\vec{w}_{\text{բ}} - \Lambda(w_{\text{բ}})\vec{v}_{\text{բ}} \\ \vec{w}_{\text{բ}} = \Lambda(v_{\text{բ}})\vec{u}_{\text{բ}} + \Lambda(u_{\text{բ}})\vec{v}_{\text{բ}} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{u}_{\text{բ}} = \Lambda(v_{\text{բ}})\overleftarrow{w}_{\text{բ}} - \Lambda(w_{\text{բ}})\overleftarrow{v}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{w}_{\text{բ}} = \Lambda(v_{\text{բ}})\overleftarrow{u}_{\text{բ}} + \Lambda(u_{\text{բ}})\overleftarrow{v}_{\text{բ}} \end{cases}} \qquad \text{1.10-27}$$

Նմանապես (1.10 – 25)-ով և (1.10 – 26)-ով տրված ուղիղ և հակադիր բացարձակ արագությունների տարբերության և գումարի թվային բաղադրիչների արտահայտությունների մեջ տեղադրելով (1.10 – 22)-ով տրված բացարձակ արագության ուղիղ և հակադիր թվային բաղադրիչների արտահայտությունները համապատասխանաբար v, u և w արագությունների համար, ինչպես նաև կիրառելով (1.10 – 27)-ով տրված համապատասխան բացարձակ արագությունների տարածական բաղադրիչները, մենք կստանանք Λ գործակիցների հետևյալ ձևափոխության բանաձևերը.

$$\begin{cases} \Lambda(u_{\text{բ}}) = \Lambda(v_{\text{բ}})\Lambda(w_{\text{բ}}) + (g - \tfrac{1}{4}s^2)\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}\vec{w}_{\text{բ}}}{c^2} \\ \Lambda(w_{\text{բ}}) = \Lambda(v_{\text{բ}})\Lambda(u_{\text{բ}}) - (g - \tfrac{1}{4}s^2)\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}\vec{u}_{\text{բ}}}{c^2} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}28$$

Այժմ որպեսզի Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության (1.8 – 25)-ով և (1.8 – 26)-ով տրված ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները արտահայտենք $v_{\text{բ}}$ բացարձակ հարաբերական արագությամբ, ապա դրա համար անհրաժեշտ է որ մենք v հարաբերական արագության համար օգտվենք (1.9 – 31)-ով, (1.10 – 17)-ով և (1.10 – 20)-ով տրված բանաձևերից, ինչպես նաև օգտվենք (1.10 – 13)-ով տրված բացարձակ հարաբերական արագության բաղադրիչների սահմանումից: Այսպիսով մենք կստանանք Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումները արտահայտված բացարձակ հարաբերական արագությամբ:

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \vec{t}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{t} + g\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c^2}\vec{x} \\ \vec{x}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{x} - \vec{v}_{\text{բ}}\vec{t} \end{cases}$$

և

Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \vec{t} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{t}' - g\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c^2}\vec{x}' \\ \vec{x} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{x}' + \vec{v}_{\text{բ}}\vec{t}' \end{cases} \qquad 1.10\text{-}29$$

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{t} - g\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c^2}\overleftarrow{x} \\ \overleftarrow{x}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{x} + \vec{v}_{\text{բ}}\overleftarrow{t} \end{cases}$$

և

Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overleftarrow{t} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{t}' + g\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c^2}\overleftarrow{x}' \\ \overleftarrow{x} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{x}' - \vec{v}_{\text{բ}}\overleftarrow{t}' \end{cases} \qquad 1.10\text{-}30$$

Նման ձևով մենք կարող ենք Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության (1.8 – 27)-ով և (1.8 – 28)-ով տրված ձևափոխության հավասարումները արտահայտել $v_{\text{բ}}$ բացարձակ հարաբերական արագությամբ:

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overleftarrow{K}'$ և $\vec{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{t} + \left[s\Lambda(v_{\text{բ}}) + (g - \tfrac{1}{2}s^2)\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\dfrac{1}{c}\vec{x} \\ \overleftarrow{x}' = -\left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{x} + \vec{v}_{\text{բ}}\vec{t} \end{cases} \qquad 1.10\text{-}31ա$$

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overleftarrow{K}$ և $\vec{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \overleftarrow{t} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{t}' + \left[s\Lambda(v_{\text{բ}}) - (g - \tfrac{1}{2}s^2)\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\dfrac{1}{c}\vec{x}' \\ \overleftarrow{x} = -\left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{x}' - \vec{v}_{\text{բ}}\vec{t}' \end{cases} \qquad 1.10\text{-}31բ$$

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\vec{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \vec{t}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{t} + \left[s\Lambda(v_{\text{բ}}) - (g - \frac{1}{2}s^2)\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\frac{1}{c}\overleftarrow{x} \\ \vec{x}' = -\left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{x} - \vec{v}_{\text{բ}}\overleftarrow{t} \end{cases}$$ 1.10-32ա

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\vec{K}$ և $\overleftarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} \vec{t} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{t}' + \left[s\Lambda(v_{\text{բ}}) + (g - \frac{1}{2}s^2)\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\frac{1}{c}\overleftarrow{x}' \\ \vec{x} = -\left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{x}' + \vec{v}_{\text{բ}}\overleftarrow{t}' \end{cases}$$ 1.10-32բ

Ընդգծում 1-29 - *$(1.10-29)$-ով և $(1.10-30)$-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության հակադարձ ձևափոխության հավասարումները մենք կարող ենք ստանալ ուղիղ ձևափոխության հավասարումներից փոխելով $\vec{v}_{\text{բ}}$ բացարձակ հարաբերական արագության նշանը: Նմանապես $(1.10-31\text{բ})$-ով և $(1.10-32\text{բ})$-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումները մենք կարող ենք ստանալ համապատասխանաբար $(1.10-31\text{ա})$-ով և $(1.10-32\text{ա})$-ով տրված ձևափոխության հավասարումներից նույնպես փոխելով $\vec{v}_{\text{բ}}$ բացարձակ հարաբերական արագության նշանը: Ինչպես նաև չմոռանալով բոլոր դեպքերում խազավոր առանցքաբավերը դարձնել անխազ և հակառակը՝ անխազ առանցքաբավերը դարձնել խազավոր:*

Այս բաժնի վերջում, որպես հետաքրքիր օրինակ, քննարկենք $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգում $\vec{a}$ հաստատուն տեղական արագացում ունեցող փորձնական մասնիկի շարժման հնարավորությունը: Հաստատուն տեղական արագացումով շարժման դեպքում, համաձայն $(1.8-3)$-ի, փորձնական մասնիկի տեղական արագությունը կլինի.

$$\vec{w} = \vec{a}\vec{t}$$ 1.10-33

$(1.10-33)$-ից հետևում է, որ փորձնական մասնիկի տեղական արագությունը անվերջ մեծանում է, հետևաբար, համաձայն հաջորդ բաժնի $(1.11-81)$-ի, հաստատուն տեղական արագացումով շարժում հնարավոր է եթե ժամանակատարածության s և g հաստատուն գործակիցները միաժամանակ բավարարեն հետևյալ պայմանին.

$$s \geq 0 \qquad \text{և} \qquad g \geq 0$$ 1.10-34

Իսկ եթե ժամանակատարածության կառուցվածքը բնութագրող s և g հաստատուն գործակիցներից որևէ մեկը լինի բացասական մեծություն, ապա հաստատուն տեղական արագացումով շարժում հնարավոր չէ:

Այժմ օգտվելով $(1.10-11)$-ով և $(1.10-12)$-ով սահմանված բանաձևերից և այնտեղ տեղադրելով տեղական արագության $(1.10-33)$-ով տրված արտահայտությունը, մենք հաստատուն տեղական արագացումով շարժվող փորձնական մասնիկի բացարձակ արագության թվային և տարածական բաղադրիչների համար կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} \vec{w}^0_{\text{բ}} = \gamma_{\text{չ}}(\vec{w})c = \dfrac{1}{\sqrt{1 + s\dfrac{\vec{a}\vec{t}}{c} + g\dfrac{\vec{a}^2\vec{t}^2}{c^2}}}c \\ \vec{w}_{\text{բ}} = \gamma_{\text{չ}}(\vec{w})\vec{w} = \dfrac{\vec{a}\vec{t}}{\sqrt{1 + s\dfrac{\vec{a}\vec{t}}{c} + g\dfrac{\vec{a}^2\vec{t}^2}{c^2}}} \end{cases}$$ 1.10-35

Ընդգծում 1-30 - *Մենք այլևս չենք ցանկանում խորանալ արագացումով շարժվող փորձնական մասնիկի շատ այլ զարմանահրաշ հատկությունների մեջ, որովհետև դրանք մենք կշարադրենք մեր հաջորդ գրքերից մեկում, որը լրիվ նվիրված կլինի ազատ կամ ուժային դաշտում գտնվող մասնիկի կամ մասնիկների համախմբի շարժման հետազոտմանը (Հայկական հարաբերականության մեքանիկա): Այս փոքր օրինակով մենք պարզապես ցանկացանք միայն նշել թե ինչքան բնական ճանապարհով ստացանք $(1.10-35)$-ով տրված բանաձևը, որը արդի հարաբերականության տեսության դասագրքերում «դուրս է բերվում» անպարարությամբ (ակնթարթային հանգստի իներցիալ համակարգ և այլն), որովհետև չեն կարողանում տարբերակել տեղական և բացարձակ արագությունները:*

1.11 - Հայկական Հարաբերականության Հատուկ Տեսության Առանձնահատուկ Դեպքերը

Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության հինգ առանձնահատուկ դեպքերը արժե հանգամանորեն քննարկել: Ահա այդ առանձնահատուկ դեպքերը կախված s և g գործակիցների հետևյալ արժեքներից.

$$\begin{cases} 1)\ s = 0 & \text{և} \quad g = 0 \\ 2)\ s = 0 & \text{և} \quad g \neq 0 \\ 3)\ s \neq 0 & \text{և} \quad g = 0 \\ 4)\ s \neq 0 & \text{և} \quad g = \left(\frac{1}{2}s\right)^2 \\ 5)\ s \neq 0 & \text{և} \quad g \neq 0, \quad g \neq \left(\frac{1}{2}s\right)^2 \end{cases} \tag{1.11-1}$$

Քանի որ տեղական և բացարձակ արագությունների սահմանային արժեքները կախված են ժամանակատարածության բնութագրող s և g գործակիցների արժեքներից, ապա բնական է որ մենք վերոնշյալ բոլոր հինգ առանձնահատուկ դեպքերի համար s և g գործակիցների <u>որոշման տիրույթներին</u> համապատասխան ցանկանանք գտնել տեղական և բացարձակ արագությունների <u>գոյության տիրույթները</u>:

1. *Առաջին առանձնահատուկ դեպքը*

$$\begin{cases} s = 0 \\ g = 0 \end{cases} \tag{1.11-2}$$

◆ *Այս դեպքին հատուկ առնչությունները*

Այս առանձնահատուկ դեպքի համար, $(1.9-30)$-ի և $(1.10-17)$-ի մեջ տեղադրելով $(1.11-2)$-ով տրված s-ի և g-ի արժեքները, մենք կամայական w տեղական արագության համար կստանանք հետևյալ պայմանները.

$$\begin{cases} \vec{w} = w > 0 \\ \overleftarrow{w} = -\vec{w} = -w < 0 \\ \gamma_{չ}(\vec{w}) = \gamma_{չ}(\overleftarrow{w}) = \gamma_{չ}(w) = 1 > 0 \end{cases} \tag{1.11-3}$$

◆ *Հայելային անդրադարձված ձևափոխության հավասարումները*

$(1.8-15)$-ով կամ $(1.8-17)$-ով տրված տարածական հայելային անդրադարձված Հայկական ձևափոխության հավասարումների մեջ կիրառելով $(1.11-2)$-ը և չօգտագործելով վեկտորական նշագրությունը, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \vec{t}' = t' \\ \overleftarrow{x}' = -\vec{x}' = -x' \end{cases} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} \overleftarrow{t} = \vec{t} = t \\ \overleftarrow{x} = -\vec{x} = -x \end{cases} \tag{1.11-4}$$

◆ *Հարաբերական շարժման ձևափոխության հավասարումները*

Համաձայն այս առանձնահատուկ դեպքի, $(1.11-3)$-ով և $(1.11-4)$-ով տրված պայմանները կիրառելով $(1.8-25)$-ով, $(1.8-26)$-ով, $(1.8-27)$-ով կամ $(1.8-28)$-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումների մեջ, ինչպես նաև նույնպես չօգտագործելով վեկտորական նշագրությունը, մենք կստանանք Գալիլեյի ձևափոխության հավասարումները.

<u>Ուղիղ ձևափոխություններ</u>		<u>Հակադարձ ձևափոխություններ</u>
$\begin{cases} t' = t \\ x' = x - vt \end{cases}$	և	$\begin{cases} t = t' \\ x = x' + vt' \end{cases}$

1.11-5

◆ *Արագությունների հանման և գումարման բանաձևերը*

Իսկ $(1.8-29)$-ով և $(1.8-30)$-ով տրված արագությունների գումարման և հանման բանաձևերը կհամընկնեն Գալիլեյի արագությունների գումարման և հանման բանաձևերի հետ ինչպես ցույց է տրված ստորև.

$$\begin{cases} w = u + v \\ u = w - v \end{cases} \qquad 1.11\text{-}6$$

◆ *Տեղական արագությունների գոյության տիրույթները*

$$\boxed{0 < w < \infty} \qquad 1.11\text{-}7$$

2. *Երկրորդ առանձնահատուկ դեպքը*

$$\boxed{\begin{cases} s = 0 \\ g \neq 0 \end{cases}} \qquad 1.11\text{-}8$$

◆ *Այս դեպքին հատուկ առնչությունները*

Այս առանձնահատուկ դեպքի համար, քանի որ $s = 0$, ապա (1.8) բաժնում թվարկված բոլոր անհամաչափությունները վերանում են: Հետևաբար բոլոր ֆիզիկական մեծությունները մենք կարող ենք գրել առանց վեկտորական նշագրության: Այսպիսով $(1.10-17)$-ի մեջ կիրառելով $(1.11-8)$-ը, մենք կամայական տեղական արագությունները, ինչպես նաև բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչները կարող ենք օգտագործել առանց վեկտորական նշագրությամբ հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} \overrightarrow{w} = w > 0 \\ \overrightarrow{w}_{\text{բ}}^{0} = w_{\text{բ}}^{0} > 0 \\ \overrightarrow{w}_{\text{բ}} = w_{\text{բ}} > 0 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{w} = -w < 0 \\ \overleftarrow{w}_{\text{բ}}^{0} = w_{\text{բ}}^{0} > 0 \\ \overleftarrow{w}_{\text{բ}} = -w_{\text{բ}} < 0 \end{cases} \qquad 1.11\text{-}9$$

Այս երկրորդ առանձնահատուկ դեպքի համար, համաձայն $(1.9-30)$-ի, $(1.9-33)$-ի, $(1.10-19)$-ի, $(1.10-20)$-ի և $(1.11-9)$-ի, մենք Հայկական γ գործակցի համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունները.

$$\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w}) = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w}) = \gamma_{\text{չ}}(w) = \frac{1}{\sqrt{1 + g\dfrac{w^2}{c^2}}} = \sqrt{1 - g\frac{w_{\text{բ}}^2}{c^2}} = \Lambda(w_{\text{բ}}) > 0 \qquad 1.11\text{-}10$$

$(1.11-10)$-ից հետևում է որ տեղական և բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթները մենք կարող ենք որոշել հետևյալ անհավասարություններից.

$$\begin{cases} 1 + g\dfrac{w^2}{c^2} > 0 \\ 1 - g\dfrac{w_{\text{բ}}^2}{c^2} > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} g\dfrac{w^2}{c^2} > -1 \\ g\dfrac{w_{\text{բ}}^2}{c^2} < 1 \end{cases} \qquad 1.11\text{-}11$$

◆ *Հայելային անդրադարձված ձևափոխության հավասարումները*

$(1.8-15)$-ով կամ $(1.8-17)$-ով տրված տարածական հայելային անդրադարձված ձևափոխության Հայկական հավասարումների մեջ կիրառելով $(1.11-8)$-ով տրված պայմանը և չօգտագործելով վեկտորական նշագրությունը, մենք կստանանք.

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \overrightarrow{t}' = t' \\ \overleftarrow{x}' = -\overrightarrow{x}' = -x' \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{t} = \overrightarrow{t} = t \\ \overleftarrow{x} = -\overrightarrow{x} = -x \end{cases} \qquad 1.11\text{-}12$$

◆ *Հարաբերական շարժման Հայկական ձևափոխության հավասարումները*

Նմանապես (1.8 – 25)-ով, (1.8 – 26)-ով, (1.8 – 27)-ով և (1.8 – 28)-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության բոլոր չորս հավասարումների մեջ կիրառելով (1.11 – 8)-ով տրված պայմանը և նույնպես չօգտագործելով վեկտորական նշագրությունը, մենք կստանանք միևնույն ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները.

Ուղիղ ձևափոխություններ | և | Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} t' = \gamma_{\text{Հ}}(v)\left(t + g\dfrac{v}{c^2}x\right) \\ x' = \gamma_{\text{Հ}}(v)(x - vt) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} t = \gamma_{\text{Հ}}(v)\left(t' - g\dfrac{v}{c^2}x'\right) \\ x = \gamma_{\text{Հ}}(v)(x' + vt') \end{cases} \qquad 1.11\text{-}13$$

Իսկ (1.9 – 40)-ով տրված միջակայքի քառակուսու համար մենք կստանանք հետևյալ արտահայտությունը.

$$\text{ե}^2 = c^2t'^2 + gx'^2 = c^2t^2 + gx^2 > 0 \qquad 1.11\text{-}14$$

◆ *Տեղական արագությունների միջև եղած առնչությունները*

Համաձայն (1.8 – 29)-ի, (1.8 – 30)-ի, (1.11 – 8)-ի և (1.11 – 9)-ի, տեղական արագությունների գումարման և հանման համար մենք կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

Արագությունների գումարման բանաձևը | և | Արագությունների հանման բանաձևը

$$w = \frac{u + v}{1 - g\dfrac{vu}{c^2}} \quad \text{և} \quad u = \frac{w - v}{1 + g\dfrac{vw}{c^2}} \qquad 1.11\text{-}15$$

Իսկ համաձայն (1.8 – 32)-ի, (1.11 – 9)-ի և (1.11 – 10)-ի, Հայկական γ գործակիցների ձևափոխությունների համար մենք կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{Հ}}(u) = \gamma_{\text{Հ}}(v)\gamma_{\text{Հ}}(w)\left(1 + g\dfrac{vw}{c^2}\right) \\ \gamma_{\text{Հ}}(w) = \gamma_{\text{Հ}}(v)\gamma_{\text{Հ}}(u)\left(1 - g\dfrac{vu}{c^2}\right) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}16$$

◆ *Բացարձակ արագությունների միջև եղած առնչությունները*

Համաձայն (1.10 – 27)-ի և (1.11 – 9)-ի, բացարձակ արագությունների տարածական բաղադրիչների հանման և գումարման համար մենք կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} u_{\text{բ}} = \Lambda(v_{\text{բ}})w_{\text{բ}} - \Lambda(w_{\text{բ}})v_{\text{բ}} \\ w_{\text{բ}} = \Lambda(v_{\text{բ}})u_{\text{բ}} + \Lambda(u_{\text{բ}})v_{\text{բ}} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}17$$

Իսկ համաձայն (1.10 – 28)-ի, (1.11 – 8)-ի և (1.11 – 9)-ի, Λ գործակցի ձևափոխության համար մենք կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases} \Lambda(u_{\text{բ}}) = \Lambda(v_{\text{բ}})\Lambda(w_{\text{բ}}) + g\dfrac{v_{\text{բ}}w_{\text{բ}}}{c^2} \\ \Lambda(w_{\text{բ}}) = \Lambda(v_{\text{բ}})\Lambda(u_{\text{բ}}) - g\dfrac{v_{\text{բ}}u_{\text{բ}}}{c^2} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}18$$

Նմանապես, համաձայն (1.10 – 25)-ի, (1.10 – 26)-ի, (1.11 – 8)-ի և (1.11 – 9)-ի, կամայական բացարձակ արագության բաղադրիչների ուղիղ և հակադարձ ձևափոխությունների համար մենք կստանանք հետևյալ հավասարումները.

Ուղիղ ձևափոխություններ | և | Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} u_{\text{բ}}^0 = \dfrac{1}{c}(v_{\text{բ}}^0 w_{\text{բ}}^0 + g v_{\text{բ}} w_{\text{բ}}) \\ u_{\text{բ}} = \dfrac{1}{c}(v_{\text{բ}}^0 w_{\text{բ}} - w_{\text{բ}}^0 v_{\text{բ}}) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} w_{\text{բ}}^0 = \dfrac{1}{c}(v_{\text{բ}}^0 u_{\text{բ}}^0 - g v_{\text{բ}} u_{\text{բ}}) \\ w_{\text{բ}} = \dfrac{1}{c}(v_{\text{բ}}^0 u_{\text{բ}} + u_{\text{բ}}^0 v_{\text{բ}}) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}19$$

Համաձայն (1.10 – 24)-ի, (1.11 – 8)-ի և (1.11 – 9)-ի, բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչները բավարարում են հետևյալ մնայուն առնչությանը.

$$(u_{\text{բ}}^0)^2 + g(u_{\text{բ}})^2 = (w_{\text{բ}}^0)^2 + g(w_{\text{բ}})^2 = c^2 \qquad 1.11\text{-}20$$

Իսկ, համաձայն $(1.10-23)$-ի և $(1.11-10)$-ի, տեղական և բացարձակ արագությունների (տարածական բաղադրիչների) միջև տեղի ունեն հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} w = \dfrac{w_{\text{բ}}}{\sqrt{1 - g\dfrac{w_{\text{բ}}^2}{c^2}}} \\ w_{\text{բ}} = \dfrac{w}{\sqrt{1 + g\dfrac{w^2}{c^2}}} \end{cases} \tag{1.11-21}$$

◆ *Տեղական և բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթները*

Տեղական և բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթները գտնելու համար մենք կարող ենք օգտվել $(1.11-9)$-ից և $(1.11-11)$-ից: Այսպիսով մենք պետք է լուծենք հետևյալ անհավասարությունների համակարգը.

$$\begin{cases} w > 0 \\ g\dfrac{w^2}{c^2} > -1 \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} w_{\text{բ}} > 0 \\ g\dfrac{w_{\text{բ}}^2}{c^2} < 1 \end{cases} \tag{1.11-22}$$

Քանի որ $(1.11-22)$-ով տրված անհավասարությունների համակարգը կախված է միայն g գործակցի որոշման տիրույթից՝ նշանից: Հետևաբար տեղական և բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթները կլինեն.

$$\boxed{\begin{cases} \text{ա) եթե} \quad g < 0 \quad \text{ապա} \quad 0 < w < c\sqrt{-\dfrac{1}{g}} \quad \text{և} \quad 0 < w_{\text{բ}} < \infty \\ \text{բ) եթե} \quad g > 0 \quad \text{ապա} \quad 0 < w < \infty \quad \text{և} \quad 0 < w_{\text{բ}} < c\sqrt{\dfrac{1}{g}} \end{cases}} \tag{1.11-23}$$

3. <u>*Երրորդ առանձնահատուկ դեպքը*</u>

$$\boxed{\begin{cases} s \neq 0 \\ g = 0 \end{cases}} \tag{1.11-24}$$

◆ *Այս դեպքին հատուկ առնչությունները*

(1.8) բաժնում թվարկված բոլոր անհամաչափությունները և հետևաբար նաև բոլոր բանաձևերը պահպանվում են: Մենք այստեղ կներկայացնենք միայն այն բանաձևերը և հավասարումները, <u>որոնք ունեն ակնհայտ տարբերություններ</u>:

$(1.9-30)$-ով տրված գամմա գործակիցները, համաձայն $(1.3-11)$-ի, $(1.8-9)$-ի, $(1.9-33)$-ի և $(1.11-24)$-ի, այս առանձնահատուկ դեպքի և կամայական տեղական w արագության համար, կլինեն.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}\left(\overrightarrow{w}\right) = \dfrac{1}{\sqrt{1 + s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}}} > 0 \\ \gamma_{\text{չ}}\left(\overleftarrow{w}\right) = \dfrac{1}{\sqrt{1 + s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}}} = \sqrt{1 + s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}} > 0 \end{cases} \tag{1.11-25}$$

$(1.11-25)$-ով տրված գամմա գործակիցները բավարարում են հետևյալ առնչությանը.

$$\gamma_{\text{չ}}\left(\overleftarrow{w}\right)\gamma_{\text{չ}}\left(\overrightarrow{w}\right) = 1 > 0 \tag{1.11-26}$$

Համաձայն $(1.2-1)$-ի, $(1.8-8)$-ի և $(1.9-33)$-ի, տեղական արագությունների համար մենք կստանանք հետևյալ անհավասարությունները.

$$\begin{cases} \overrightarrow{w} = w > 0 \\ 1 + s\dfrac{w}{c} > 0 \\ \overleftarrow{w} = -\dfrac{\overrightarrow{w}}{1 + s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}} = -\dfrac{w}{1 + s\dfrac{w}{c}} < 0 \end{cases} \tag{1.11-27}$$

Հետևաբար (1.11 – 25)-ով տրված գամմա գործակիցները արտահայտված ուղիղ արագությամբ և առանց վեկտորական նշագրությամբ, համաձայն (1.11 – 27)-ի, կլինեն.

$$\begin{cases} \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{w}\right) = \dfrac{1}{\sqrt{1+s\frac{w}{c}}} \\ \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{w}\right) = \sqrt{1+s\frac{w}{c}} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}28$$

Նմանապես (1.10 – 21)-ով տրված լամդա գործակցի արտահայտությունը, համաձայն (1.11 – 24)-ի, կլինի.

$$\Lambda(w_{\text{p}}) = \sqrt{1+\tfrac{1}{4}s^2\frac{w_{\text{p}}^2}{c^2}} > \tfrac{1}{2}\left|s\frac{w_{\text{p}}}{c}\right| \qquad 1.11\text{-}29$$

◆ *Հարաբերական շարժման Հայկական ձևափոխության հավասարումները*

(1.8 – 15)-ով և (1.8 – 17)-ով տրված հայելային անդրադարձված ձևափոխության Հայկական հավասարումները մնում են նույնը, իսկ (1.8 – 25)-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները, համաձայն (1.9 – 31)-ի, կընդունեն հետևյալ տեսքը.

Ուղիղ ձևափոխություններ — Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overrightarrow{t}' = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{v}\right)\overrightarrow{t} \\ \overrightarrow{x}' = \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{v}\right)\left(\overrightarrow{x}-\overrightarrow{v}\overrightarrow{t}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overrightarrow{t} = \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{v}\right)\overrightarrow{t}' \\ \overrightarrow{x} = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{v}\right)\left(\overrightarrow{x}'-\overleftarrow{v}\overrightarrow{t}'\right) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}30$$

Նմանապես (1.8 – 26)-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները, համաձայն (1.9 – 31)-ի և (1.9 – 32)-ի, կընդունեն հետևյալ տեսքը.

Ուղիղ ձևափոխություններ — Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{v}\right)\overleftarrow{t} \\ \overleftarrow{x}' = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{v}\right)\left(\overleftarrow{x}-\overleftarrow{v}\overleftarrow{t}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{t} = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{v}\right)\overleftarrow{t}' \\ \overleftarrow{x} = \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{v}\right)\left(\overleftarrow{x}'-\overrightarrow{v}\overleftarrow{t}'\right) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}31$$

Իսկ (1.8 – 27)-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումները կընդունեն հետևյալ տեսքը.

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{v}\right)\left(\overrightarrow{t}+s\frac{1}{c}\overrightarrow{x}\right) \\ \overleftarrow{x}' = -\gamma_{չ}\left(\overrightarrow{v}\right)\left(\overrightarrow{x}-\overrightarrow{v}\overrightarrow{t}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{t} = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{v}\right)\left(\overrightarrow{t}'+s\frac{1}{c}\overrightarrow{x}'\right) \\ \overleftarrow{x} = -\gamma_{չ}\left(\overleftarrow{v}\right)\left(\overrightarrow{x}'-\overleftarrow{v}\overrightarrow{t}'\right) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}32$$

Նմանապես (1.8 – 28)-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումները, համաձայն (1.9 – 31)-ի և (1.9 – 32)-ի, կընդունեն հետևյալ տեսքը.

$$\begin{cases} \overrightarrow{t}' = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{v}\right)\left(\overleftarrow{t}+s\frac{1}{c}\overleftarrow{x}\right) \\ \overrightarrow{x}' = -\gamma_{չ}\left(\overleftarrow{v}\right)\left(\overleftarrow{x}-\overleftarrow{v}\overleftarrow{t}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overrightarrow{t} = \gamma_{չ}\left(\overrightarrow{v}\right)\left(\overleftarrow{t}'+s\frac{1}{c}\overleftarrow{x}'\right) \\ \overrightarrow{x} = -\gamma_{չ}\left(\overrightarrow{v}\right)\left(\overleftarrow{x}'-\overrightarrow{v}\overleftarrow{t}'\right) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}33$$

Հեշտ է տեսնել որ, (1.11 – 30)-ով, (1.11 – 31)-ով, (1.11 – 32)-ով և (1.11 – 33)-ով տրված բոլոր Հայկական ձևափոխության հավասարումները, համաձայն (1.9 – 40)-ի, բավարարում են միջակայքի հետևյալ առնչությանը.

$$ŧ^2 = c^2\overrightarrow{t}'^2 + sc\overrightarrow{t}'\overrightarrow{x}' = c^2\overrightarrow{t}^2 + sc\overrightarrow{t}\overrightarrow{x} = c^2\overleftarrow{t}'^2 + sc\overleftarrow{t}'\overleftarrow{x}' = c^2\overleftarrow{t}^2 + sc\overleftarrow{t}\overleftarrow{x} > 0 \qquad 1.11\text{-}34$$

◆ *Տեղական արագությունների միջև եղած առնչությունները*

Տեղական արագությունների $(1.8-29)$-ով և $(1.8-30)$-ով տրված գումարման և հանման բանաձևերը կլինեն.

<u>Ուղիղ արագությունների համար</u> <u>Հակադիր արագությունների համար</u>

$$\begin{cases} \vec{w} = \vec{u} + \vec{v} + s\frac{\vec{v}\vec{u}}{c} = \dfrac{\vec{u} - \overleftarrow{v}}{1 + s\frac{\overleftarrow{v}}{c}} \\ \vec{u} = \vec{w} + \overleftarrow{v} + s\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c} = \dfrac{\vec{w} - \vec{v}}{1 + s\frac{\vec{v}}{c}} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{w} = \overleftarrow{u} + \overleftarrow{v} + s\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c} = \dfrac{\overleftarrow{u} - \vec{v}}{1 + s\frac{\vec{v}}{c}} \\ \overleftarrow{u} = \overleftarrow{w} + \vec{v} + s\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c} = \dfrac{\overleftarrow{w} - \overleftarrow{v}}{1 + s\frac{\overleftarrow{v}}{c}} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}35$$

$(1.11-35)$-ով տրված տեղական արագությունների գումարման և հանման բանաձևերը միայն ուղիղ արագությունների համար առանց վեկտորական նշագրության, համաձայն $(1.11-27)$-ի, կլինեն.

$$\begin{cases} w = u + v + s\frac{vu}{c} \\ u = \dfrac{w - v}{1 + s\frac{v}{c}} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad 1 + s\frac{w}{c} = (1 + s\frac{v}{c})(1 + s\frac{u}{c}) \qquad 1.11\text{-}36$$

Իսկ համաձայն $(1.8-32)$-ի և $(1.11-24)$-ի, Հայկական γ գործակիցների ձևափոխությունների համար մենք կստանանք հետևյալ բանաձևերը վեկտորական նշագրությամբ.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{հ}}(\vec{u}) = \gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{v})\gamma_{\text{հ}}(\vec{w}) \\ \gamma_{\text{հ}}(\vec{w}) = \gamma_{\text{հ}}(\vec{v})\gamma_{\text{հ}}(\vec{u}) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{u}) = \gamma_{\text{հ}}(\vec{v})\gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{w}) \\ \gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{w}) = \gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{v})\gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{u}) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}37$$

◆ *Բացարձակ արագությունների միջև եղած առնչությունները*

$(1.10-27)$-ով տրված բացարձակ արագությունների տարածական բաղադրիչների հանման և գումարման բանաձևերը մնում են նույնը, բայց $(1.10-28)$-ով տրված և այս առանձնահատուկ դեպքի համար $(1.11-29)$-ով որոշված Λ գործակիցների ձևափոխության բանաձևերը, համաձայն $(1.11-24)$-ի, կլինեն.

$$\begin{cases} \Lambda(u_{\text{բ}}) = \Lambda(v_{\text{բ}})\Lambda(w_{\text{բ}}) - \frac{1}{4}s^2\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}\vec{w}_{\text{բ}}}{c^2} \\ \Lambda(w_{\text{բ}}) = \Lambda(v_{\text{բ}})\Lambda(u_{\text{բ}}) + \frac{1}{4}s^2\dfrac{\vec{v}_{\text{բ}}\vec{u}_{\text{բ}}}{c^2} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}38$$

Իսկ $(1.10-25)$-ով տրված բացարձակ արագությունների տարբերության թվային և տարածական բաղադրիչների ձևափոխության հավասարումները կլինեն.

$$\begin{cases} \vec{u}_{\text{բ}}^{\,0} = \frac{1}{c}\overleftarrow{v}_{\text{բ}}^{\,0}\vec{w}_{\text{բ}}^{\,0} \\ \vec{u}_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\vec{v}_{\text{բ}}^{\,0}\vec{w}_{\text{բ}} - \vec{w}_{\text{բ}}^{\,0}\vec{v}_{\text{բ}}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{u}_{\text{բ}}^{\,0} = \frac{1}{c}\vec{v}_{\text{բ}}^{\,0}\overleftarrow{w}_{\text{բ}}^{\,0} \\ \overleftarrow{u}_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\overleftarrow{v}_{\text{բ}}^{\,0}\overleftarrow{w}_{\text{բ}} - \overleftarrow{w}_{\text{բ}}^{\,0}\overleftarrow{v}_{\text{բ}}\right) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}39$$

Նմանապես $(1.10-26)$-ով տրված բացարձակ արագությունների գումարի թվային և տարածական բաղադրիչների ձևափոխության հավասարումները կլինեն.

$$\begin{cases} \vec{w}_{\text{բ}}^{\,0} = \frac{1}{c}\vec{v}_{\text{բ}}^{\,0}\vec{u}_{\text{բ}}^{\,0} \\ \vec{w}_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\overleftarrow{v}_{\text{բ}}^{\,0}\vec{u}_{\text{բ}} + \vec{u}_{\text{բ}}^{\,0}\vec{v}_{\text{բ}}\right) \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{w}_{\text{բ}}^{\,0} = \frac{1}{c}\overleftarrow{v}_{\text{բ}}^{\,0}\overleftarrow{u}_{\text{բ}}^{\,0} \\ \overleftarrow{w}_{\text{բ}} = \frac{1}{c}\left(\vec{v}_{\text{բ}}^{\,0}\overleftarrow{u}_{\text{բ}} + \overleftarrow{u}_{\text{բ}}^{\,0}\overleftarrow{v}_{\text{բ}}\right) \end{cases} \qquad 1.11\text{-}40$$

Բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչները, համաձայն $(1.10-24)$-ի, բավարարում են հետևյալ մնայուն առնչությանը.

$$\left(\vec{w}_{\text{բ}}^{\,0}\right)^2 + s\vec{w}_{\text{բ}}^{\,0}\vec{w}_{\text{բ}} = \left(\overleftarrow{w}_{\text{բ}}^{\,0}\right)^2 + s\overleftarrow{w}_{\text{բ}}^{\,0}\overleftarrow{w}_{\text{բ}} = \left(\vec{u}_{\text{բ}}^{\,0}\right)^2 + s\vec{u}_{\text{բ}}^{\,0}\vec{u}_{\text{բ}} = \left(\overleftarrow{u}_{\text{բ}}^{\,0}\right)^2 + s\overleftarrow{u}_{\text{բ}}^{\,0}\overleftarrow{u}_{\text{բ}} = c^2 \qquad 1.11\text{-}41$$

Ինչպես նաև, համաձայն $(1.10-23)$-ի և $(1.11-28)$-ի, տեղական և բացարձակ արագությունների (տարածական բաղադրիչների) միջև տեղի ունեն հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} w_{\text{բ}} = \dfrac{w}{\sqrt{1+s\frac{w}{c}}} > 0 \\ w = \dfrac{w_{\text{բ}}}{\Lambda(w_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\frac{w_{\text{բ}}}{c}} > 0 \end{cases} \quad 1.11\text{-}42$$

◆ *Տեղական և բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթները*

Տեղական և բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթները որոշելու համար մենք պետք է օգտվենք $(1.11-27)$-ից և $(1.11-42)$-ով տրված բացարձակ արագության բանաձևից: Այսպիսով մենք պետք է լուծենք հետևյալ անհավասարությունների համակարգը.

$$\begin{cases} w > 0 \\ 1+s\frac{w}{c} > 0 \\ w_{\text{բ}} = \dfrac{w}{\sqrt{1+s\frac{w}{c}}} = \left(\sqrt{1+s\frac{w}{c}} - \dfrac{1}{\sqrt{1+s\frac{w}{c}}}\right)\frac{s}{c} > 0 \end{cases} \quad 1.11\text{-}43$$

Կախված s գործակցի որոշման տիրույթից՝ նշանից, տեղական և բացարձակ արագությունները (տարածական բաղադրիչները) ունեն գոյության հետևյալ տիրույթները.

$$\boxed{\begin{cases} \text{ա) եթե} \quad s<0 \quad \text{ապա} \quad 0<w<-\frac{1}{s}c \quad \text{և} \quad 0<w_{\text{բ}}<\infty \\ \text{բ) եթե} \quad s>0 \quad \text{ապա} \quad 0<w<\infty \quad \text{և} \quad 0<w_{\text{բ}}<\infty \end{cases}} \quad 1.11\text{-}44$$

4. *Չորրորդ առանձնահատուկ դեպքը*

$$\boxed{\begin{cases} s \neq 0 \\ g = \left(\frac{1}{2}s\right)^2 \end{cases}} \quad 1.11\text{-}45$$

◆ *Այս դեպքին հատուկ առնչությունները*

(1.8) բաժնում թվարկված բոլոր անհամաչափությունները և հետևաբար նաև բոլոր բանաձևերը այս առանձնահատուկ դեպքի համար նույնպես պահպանվում են: Բացի այդ, այս առանձնահատուկ դեպքում, որոշ բանաձևեր $g = \left(\frac{1}{2}s\right)^2$ արժեքի դեպքում այլասերվում են և հետևաբար մենք այստեղ կներկայացնենք միայն այն բանաձևերը և հավասարումները, որոնք ունեն ակնհայտ տարբերություններ:

Այս առանձնահատուկ դեպքի համար, համաձայն $(1.10-21)$-ի, Λ գործակիցը կունենա հետևյալ արժեքը.

$$\Lambda(w_{\text{բ}}) = 1 \qquad \text{հետևաբար} \qquad \frac{1}{2}\left|s\frac{w_{\text{բ}}}{c}\right| < 1 \quad 1.11\text{-}46$$

Իսկ $(1.9-30)$-ով տրված Հայկական γ գործակիցները, համաձայն $(1.9-34)$-ի, $(1.10-20)$-ի և $(1.11-46)$-ի, կամայական տեղական w արագության համար կունենան հետևյալ տեսքը.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{Հ}}(\vec{w}) = \dfrac{1}{1+\frac{1}{2}s\frac{\vec{w}}{c}} = 1 - \frac{1}{2}s\frac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c} > 0 \\ \gamma_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w}) = \dfrac{1}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}} = 1 + \frac{1}{2}s\frac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c} > 0 \end{cases} \quad 1.11\text{-}47$$

$(1.11-47)$-ով տրված Հայկական γ գործակիցների արտահայտությունները, համաձայն $(1.10-18)$-ի և $(1.11-45)$-ի բավարարում են նաև հետևյալ առնչությանը.

$$\gamma_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w})\gamma_{\text{Հ}}(\vec{w}) = \frac{1}{1-\left(\frac{1}{2}s\right)^2\frac{\overleftarrow{w}\vec{w}}{c^2}} = \frac{1}{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\vec{w}}{c}\right)} = 1-\left(\frac{1}{2}s\right)^2\frac{w_{\text{բ}}^2}{c^2} \quad 1.11\text{-}48$$

$(1.11-48)$-ից մենք կստանանք հետևյալ նույնությունը.

$$\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)=1-\left(\tfrac{1}{2}s\right)^2\frac{\overleftarrow{w}\overrightarrow{w}}{c^2}=\frac{1}{1-\left(\tfrac{1}{2}s\right)^2\frac{w_{\text{բ}}^2}{c^2}}>0 \qquad 1.11\text{-}49$$

◆ *Հարաբերական շարժման Հայկական ձևափոխության հավասարումները*

$(1.8-15)$-ով և $(1.8-17)$-ով տրված հայելային անդրադարձված ձևափոխության Հայկական հավասարումները մնում են նույնը, իսկ $(1.8-25)$-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները, համաձայն $(1.11-45)$-ի և $(1.11-47)$-ի, կընդունեն հետևյալ տեսքը.

Ուղիղ ձևափոխություններ

$$\begin{cases}\overrightarrow{t}'=\dfrac{1}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c}}\left[\left(1+s\dfrac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{t}+\left(\tfrac{1}{2}s\right)^2\dfrac{\overrightarrow{v}}{c^2}\overrightarrow{x}\right]\\[2ex]\overrightarrow{x}'=\dfrac{1}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c}}\left(\overrightarrow{x}-\overrightarrow{v}\overrightarrow{t}\right)\end{cases}$$

և

Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases}\overrightarrow{t}=\dfrac{1}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}}\left[\left(1+s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{t}'+\left(\tfrac{1}{2}s\right)^2\dfrac{\overleftarrow{v}}{c^2}\overrightarrow{x}'\right]\\[2ex]\overrightarrow{x}=\dfrac{1}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}}\left(\overrightarrow{x}'-\overleftarrow{v}\overrightarrow{t}'\right)\end{cases} \qquad 1.11\text{-}50$$

Նման ձևով կգրվեն նաև $(1.8-26)$-ով, $(1.8-27)$-ով և $(1.8-28)$-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության մյուս երեք ձևափոխության հավասարումները: Այնուհետև, համաձայն $(1.9-34)$-ի և $(1.11-45)$-ի, մենք $(1.9-40)$-ով և $(1.9-41)$-ով տրված միջակայքի և իր դիֆֆերենցիալի համար, այս առանձնահատուկ դեպքում, կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases}\text{ŧ}=c\overrightarrow{t}'+\tfrac{1}{2}s\overrightarrow{x}'=c\overrightarrow{t}+\tfrac{1}{2}s\overrightarrow{x}=c\overleftarrow{t}'+\tfrac{1}{2}s\overleftarrow{x}'=c\overleftarrow{t}+\tfrac{1}{2}s\overleftarrow{x}>0\\ d\text{ŧ}=cd\overrightarrow{t}'+\tfrac{1}{2}sd\overrightarrow{x}'=cd\overrightarrow{t}+\tfrac{1}{2}sd\overrightarrow{x}=cd\overleftarrow{t}'+\tfrac{1}{2}sd\overleftarrow{x}'=cd\overleftarrow{t}+\tfrac{1}{2}sd\overleftarrow{x}>0\end{cases} \qquad 1.11\text{-}51$$

Իսկ $(1.9-42)$-ով և $(1.9-43)$-ով տրված միջակայքի և իր դիֆֆերենցիալի համար, նույնպես համաձայն $(1.9-34)$-ի և $(1.11-45)$-ի, մենք կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases}\text{ŧ}=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)\left(c\overrightarrow{t}'\right)=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)\left(c\overrightarrow{t}\right)=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)\left(c\overleftarrow{t}'\right)=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)\left(c\overleftarrow{t}\right)>0\\ d\text{ŧ}=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)\left(cd\overrightarrow{t}'\right)=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)\left(cd\overrightarrow{t}\right)=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)\left(cd\overleftarrow{t}'\right)=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)\left(cd\overleftarrow{t}\right)>0\end{cases} \qquad 1.11\text{-}52$$

Օգտվելով $(1.11-52)$-ից, մենք $(1.10-1)$-ով սահմանված բացարձակ ժամանակի և իր դիֆֆերենցիալի համար կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{cases}\tau=\frac{1}{c}\text{ŧ}=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)\overrightarrow{t}'=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)\overrightarrow{t}=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)\overleftarrow{t}'=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)\overleftarrow{t}>0\\ d\tau=\frac{1}{c}d\text{ŧ}=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)d\overrightarrow{t}'=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)d\overrightarrow{t}=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)d\overleftarrow{t}'=\left(1+\tfrac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)d\overleftarrow{t}>0\end{cases} \qquad 1.11\text{-}53$$

◆ *Տեղական արագությունների միջև եղած առնչությունները*

Օգտվելով $\left(\text{Հ}1-21\text{բ}\right)$-ով և $\left(\text{Հ}1-21\text{գ}\right)$-ով կամ $\left(\text{Հ}1-23\text{բ}\right)$-ով և $\left(\text{Հ}1-23\text{գ}\right)$-ով տրված առնչություններից, ինչպես նաև $(1.9-34)$-ից, այս առանձնահատուկ դեպքի համար մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases}1+\tfrac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{u}}{c}=\dfrac{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)}{1-\frac{1}{4}s^2\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{w}}{c^2}}>\tfrac{1}{2}\\[3ex] 1+\tfrac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}=\dfrac{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)}{1-\frac{1}{4}s^2\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{u}}{c^2}}>\tfrac{1}{2}\end{cases} \qquad 1.11\text{-}54$$

◆ *Բացարձակ արագությունների և տեղական արագությունների միջև եղած առնչությունները*

$(1.10-11)$-ով և $(1.10-12)$-ով սահմանված բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչները, համաձայն $(1.11-47)$-ի, կլինեն.

$$\begin{cases} \vec{w}^{\,0}_{բ} = \gamma_{չ}\left(\vec{w}\right)c = \dfrac{c}{1+\frac{1}{2}s\frac{\vec{w}}{c}} \\ \\ \vec{w}_{բ} = \gamma_{չ}\left(\vec{w}\right)\vec{w} = \dfrac{\vec{w}}{1+\frac{1}{2}s\frac{\vec{w}}{c}} \end{cases} \quad և \quad \begin{cases} \overleftarrow{w}^{0}_{բ} = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{w}\right)c = \dfrac{c}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}} \\ \\ \overleftarrow{w}_{բ} = \gamma_{չ}\left(\overleftarrow{w}\right)\overleftarrow{w} = \dfrac{\overleftarrow{w}}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}55$$

Օգտվելով $(1.11-46)$-ից, մենք $(1.10-22)$-ով տրված բացարձակ արագության թվային բաղադրիչների համար կստանանք.

$$\begin{cases} \vec{w}^{\,0}_{բ} = \left(1-\frac{1}{2}s\dfrac{\vec{w}_{բ}}{c}\right)c > 0 \\ \overleftarrow{w}^{0}_{բ} = \left(1+\frac{1}{2}s\dfrac{\vec{w}_{բ}}{c}\right)c > 0 \end{cases} \qquad 1.11\text{-}56$$

Իսկ օգտվելով $(1.10-23)$-ից և $(1.11-46)$-ից, մենք կարող ենք կամայական ուղիղ և հակադիր տեղական արագությունը արտահայտել բացարձակ արագության տարածական բաղադրիչով հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} \vec{w} = \dfrac{\vec{w}_{բ}}{1-\frac{1}{2}s\frac{\vec{w}_{բ}}{c}} \\ \\ \overleftarrow{w} = -\dfrac{\vec{w}_{բ}}{1+\frac{1}{2}s\frac{\vec{w}_{բ}}{c}} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}57$$

$(1.10-27)$-ով տրված բացարձակ արագությունների տարածական բաղադրիչների հանման և գումարման բանաձևերը, համաձայն $(1.11-46)$-ի, կլինեն.

$$\begin{cases} \vec{u}_{բ} = \vec{w}_{բ} - \vec{v}_{բ} \\ \vec{w}_{բ} = \vec{u}_{բ} + \vec{v}_{բ} \end{cases} \quad և \quad \begin{cases} \overleftarrow{u}_{բ} = \overleftarrow{w}_{բ} - \overleftarrow{v}_{բ} \\ \overleftarrow{w}_{բ} = \overleftarrow{u}_{բ} + \overleftarrow{v}_{բ} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}58$$

Իսկ օգտվելով $(1.10-24)$-ից կամ $(1.11-56)$-ից, մենք կամայական բացարձակ արագության բաղադրիչների համար կստանանք հետևյալ մնայուն առնչությունը.

$$\vec{w}^{\,0}_{բ} + \tfrac{1}{2}s\vec{w}_{բ} = \overleftarrow{w}^{0}_{բ} + \tfrac{1}{2}s\overleftarrow{w}_{բ} = c \qquad 1.11\text{-}59$$

Այնուհետև օգտվելով $(1.11-51)$-ով տրված միջակայքի բանաձևից, $(1.11-53)$-ով տրված բացարձակ ժամանակի բանաձևից և $(1.11-55)$-ից, մենք այս առանձնահատուկ դեպքի համար, $(1.11-50)$-ով տրված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումները կարող ենք գրել նաև հետևյալ կերպ.

Ուղիղ ձևափոխություններ | Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \vec{t}^{\,\prime} = \vec{t} + \dfrac{\frac{1}{2}s\frac{\vec{v}}{c}}{1+\frac{1}{2}s\frac{\vec{v}}{c}}\tau = \vec{t} + \frac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{բ}}{c}\tau \\ \\ \vec{x}^{\,\prime} = \vec{x} - \dfrac{\frac{\vec{v}}{c}}{1+\frac{1}{2}s\frac{\vec{v}}{c}}\,ն = \vec{x} - \dfrac{\vec{v}_{բ}}{c}\,ն \end{cases} \quad և \quad \begin{cases} \vec{t} = \vec{t}^{\,\prime} + \dfrac{\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}}\tau = \vec{t}^{\,\prime} - \frac{1}{2}s\dfrac{\vec{v}_{բ}}{c}\tau \\ \\ \vec{x} = \vec{x}^{\,\prime} - \dfrac{\frac{\overleftarrow{v}}{c}}{1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}}\,ն = \vec{x}^{\,\prime} + \dfrac{\vec{v}_{բ}}{c}\,ն \end{cases} \qquad 1.11\text{-}60$$

Ընդգծում 1-31 - *Այս առանձնահատուկ դեպքի համար տեղական և բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթները լրիվ համընկնում են ամենաընդհանուր դեպքի (hինգերորդ առանձնահատուկ դեպքի) արագությունների գոյության տիրույթների հետ և հետևաբար մենք այն այստեղ չենք քննարկի:*

5. *Հինգերորդ առանձնահատուկ կամ ամենաընդհանուր դեպքը*

$$\begin{cases} s \neq 0 \\ g \neq 0 \end{cases}$$ 1.11-61

Ամբողջ մեր գիրքը նվիրված է հենց այս ամենաընդհանուր դեպքի հետազոտմանը: Այնպես որ այստեղ մենք հիմնականում կքննարկենք միայն տեղական և բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթների հարցը:

◆ *Տեղական արագությունների գոյության տիրույթները*

Միաչափ տարածության մեջ տեղական արագությունների գոյության տիրույթները որոշելու համար, արագության ուղիղ կամ հակադիր լինելը կարևոր չէ և հետևաբար այս ամենաընդհանուր դեպքի համար մենք կարող ենք որոշել տեղական արագությունների գոյության տիրույթները, կախված ժամանակատարածության կառուցվածքը բնութագրող s և g գործակիցների որոշման տիրույթներից: Այսպիսով մենք պետք է լուծենք $(1.9-33)$-ով տրված անհավասարությունների համակարգը կամայական դրական w տեղական արագության համար, ինչպես ցույց է տրված ստորև.

$$\begin{cases} w > 0 \\ 1 + s\frac{w}{c} > 0 \\ 1 + s\frac{w}{c} + g\frac{w^2}{c^2} > 0 \end{cases}$$ 1.11-62

$(1.11-62)$-ով տրված անհավասարությունների համակարգը մենք կարող ենք գրել նաև հետևյալ տեսքով.

$$\begin{cases} w > 0 \\ s\frac{w}{c} > -1 \\ g\left(\frac{w}{c} + \frac{s}{2g}\right)^2 + \frac{g - \left(\frac{1}{2}s\right)^2}{g} > 0 \end{cases}$$ 1.11-63

$(1.11-63)$-ի միայն առաջին և երկրորդ անհավասարություններից բխում են տեղական արագությունների հետևյալ գոյության տիրույթները, կախված ժամանակատարածությունը բնութագրող s գործակցի որոշման տիրույթից՝ նշանից.

$$\begin{cases} 1) \text{ եթե } \quad s < 0 \quad \text{ ապա } \quad 0 < w < -\frac{1}{s}c \\ 2) \text{ եթե } \quad s > 0 \quad \text{ ապա } \quad 0 < w < \infty \end{cases}$$ 1.11-64

Այժմ հետազոտենք $(1.11-63)$-ով տրված երրորդ անհավասարությունը, որը g գործակցի որոշման տիրույթից կախված, մենք կարող ենք տրոհել այն երեք ենթադեպքերի հետևյալ կերպ.

$$\begin{cases} \text{ա)} \quad g \geq \left(\frac{1}{2}s\right)^2 \\ \text{բ)} \quad 0 < g < \left(\frac{1}{2}s\right)^2 \\ \text{գ)} \quad g < 0 \end{cases}$$ 1.11-65

Վերլուծենք $(1.11-65)$-ով տրված ենթադեպքերից յուրաքանչյուրը $(1.11-64)$-ի հետ համատեղ:

ա) Երբ $g \geq \left(\frac{1}{2}s\right)^2$ ապա $(1.11-63)$-ի երրորդ անհավասարության ձախ կողմը իսկապես միշտ կլինի դրական մեծություն և հետևաբար w տեղական արագությունը կարող է ունենալ ցանկացած դրական արժեք: Այնուհետև համատեղելով այդ գոյության տիրույթը $(1.11-64)$-ով տրված գոյության տիրույթի հետ, մենք այս ենթադեպքի համար կստանանք տեղական արագության հետևյալ գոյության տիրույթները:

$$\begin{cases} 1) \text{ եթե } \quad g \geq \left(\frac{1}{2}s\right)^2 \quad \text{ և } \quad s < 0 \quad \text{ ապա } \quad 0 < w < -\frac{1}{s}c \\ 2) \text{ եթե } \quad g \geq \left(\frac{1}{2}s\right)^2 \quad \text{ և } \quad s > 0 \quad \text{ ապա } \quad 0 < w < \infty \end{cases}$$ 1.11-66

բ) Երբ $0 < g < (\frac{1}{2}s)^2$ ապա g գործակիցը դրական մեծություն է և հետևաբար $(1.11-63)$-ի երրորդ անհավասարությունը մենք կարող ենք գրել հետևյալ կերպ.

$$\left(\frac{w}{c} + \frac{s}{2g}\right)^2 > \frac{(\frac{1}{2}s)^2 - g}{g^2} > 0 \qquad 1.11\text{-}67$$

$(1.11-67)$-ով տրված անհավասարության արմատները կլինեն.

$$\begin{cases} w_1 = -\frac{1}{g}\left(\frac{1}{2}s + \sqrt{(\frac{1}{2}s)^2 - g}\right)c \\ w_2 = -\frac{1}{g}\left(\frac{1}{2}s - \sqrt{(\frac{1}{2}s)^2 - g}\right)c \end{cases} \qquad 1.11\text{-}68$$

Քանի որ այս ենթադեպքի համար $g > 0$, հետևաբար w_1 և w_2 արմատների միջև միշտ տեղի ունի հետևյալ առնչությունը.

$$\underline{w_1 < w_2} \qquad 1.11\text{-}69$$

Հետևաբար, համաձայն $(1.11-69)$-ի, այս ենթադեպքի համար $(1.11-67)$-ով տրված անհավասարության մեջ w տեղական արագության երկու գոյության տիրույթները կլինեն.

$$\boxed{w < w_1 \qquad \text{և} \qquad w > w_2} \qquad 1.11\text{-}70$$

$(1.11-70)$-ով տրված անհավասարությունները համատեղ լուծելով $(1.11-64)$-ով տրված անհավասարությունների հետ, մենք վերջնականապես, այս ենթադեպքի համար, կստանանք տեղական արագության հետևյալ գոյության տիրույթները.

$$\boxed{\begin{cases} 1)\ \text{եթե} \quad 0 < g < (\frac{1}{2}s)^2 \ \text{և}\ s < 0 \quad \text{ապա} \quad 0 < -\frac{1}{s}c < w_1 < w_2 \quad \text{հետևաբար} \quad 0 < w < -\frac{1}{s}c \\ 2)\ \text{եթե} \quad 0 < g < (\frac{1}{2}s)^2 \ \text{և}\ s > 0 \quad \text{ապա} \quad w_1 < w_2 < -\frac{1}{s}c < 0 \quad \text{հետևաբար} \quad 0 < w < \infty \end{cases}} \qquad 1.11\text{-}71$$

գ) Երբ $\underline{g < 0}$ ապա $(1.11-63)$-ի երրորդ անհավասարությունը մենք կարող ենք գրել հետևյալ կերպ.

$$0 < \left(\frac{w}{c} + \frac{s}{2g}\right)^2 < \frac{(\frac{1}{2}s)^2 - g}{g^2} \qquad 1.11\text{-}72$$

Հեշտ է համոզվել, որ այս ենթադեպքի համար, անկախ s գործակցի նշանից, $(1.11-68)$-ով տրված w_1 արմատը միշտ դրական է իսկ w_2 արմատը միշտ բացասական.

$$\begin{cases} w_1 = \frac{1}{-g}\left(\frac{1}{2}s + \sqrt{(\frac{1}{2}s)^2 - g}\right)c > 0 \\ w_2 = \frac{1}{-g}\left(\frac{1}{2}s - \sqrt{(\frac{1}{2}s)^2 - g}\right)c < 0 \end{cases} \qquad 1.11\text{-}73$$

Այսինքն, համաձայն $(1.11-73)$-ի, w_1 և w_2 արմատների միջև միշտ տեղի ունի հետևյալ առնչությունը.

$$\underline{w_2 < 0 < w_1} \qquad 1.11\text{-}74$$

Հետևաբար, համաձայն $(1.11-62)$-ի և $(1.11-74)$-ի, այս ենթադեպքի համար $(1.11-72)$-ով տրված անհավասարության համար w (դրական) տեղական արագության գոյության տիրույթը կլինի.

$$\boxed{w_2 < 0 < w < w_1} \qquad 1.11\text{-}75$$

$(1.11-75)$-ով տրված անհավասարությունը համատեղ լուծելով $(1.11-64)$-ով տրված անհավասարությունների հետ, մենք վերջնականապես, այս ենթադեպքի համար, կստանանք տեղական արագության հետևյալ գոյության տիրույթները.

$$\boxed{\begin{cases} 1)\ \text{եթե} \quad g < 0 \ \text{և}\ s < 0 \quad \text{ապա} \quad w_2 < 0 < w_1 < \frac{1}{-s}c \quad \text{հետևաբար} \quad 0 < w < w_1 \\ 2)\ \text{եթե} \quad g < 0 \ \text{և}\ s > 0 \quad \text{ապա} \quad w_2 < 0 < w_1 \quad \text{հետևաբար} \quad 0 < w < w_1 \end{cases}} \qquad 1.11\text{-}76$$

◆ *Բացարձակ արագությունների գոյության տիրույթները*

Օգտվելով $(1.10-19)$-ով տրված առնչությունից, ինչպես նաև (ընդգծում 1-27)-ից, մենք կստանանք հետևյալ անհավասարությունների համակարգը, որը և պետք է լուծենք.

$$\begin{cases} w_{\text{բ}} > 0 \\ g\dfrac{w_{\text{բ}}^2}{c^2} < 1 \end{cases} \qquad 1.11\text{-}77$$

Համաձայն $(1.11-77)$-ի, Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության մեջ բացարձակ արագության գոյության տիրույթը կախված է միայն ժամանակատարածության կառուցվածքը բնութագրող g գործակցի նշանից.

$$\begin{cases} 1)\ \text{եթե}\quad g < 0 \quad \text{ապա} \quad 0 < w_{\text{բ}} < \infty \\ 2)\ \text{եթե}\quad g > 0 \quad \text{ապա} \quad 0 < w_{\text{բ}} < c\sqrt{\dfrac{1}{g}} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}78$$

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

Այս բաժնում քննարկված հինգ առանձնահատուկ դեպքերի համար տեղական արագությունների բոլոր հնարավոր գոյության տիրույթները տրված են ստորև.

$g \setminus s$	$s < 0$	$s = 0$	$s > 0$
$g < 0$	$0 < w < w_1$	$0 < w < c\sqrt{-\frac{1}{g}}$	$0 < w < w_1$
$g = 0$	$0 < w < -\frac{1}{s}c$	$0 < w < \infty$	$0 < w < \infty$
$0 < g < (\frac{1}{2}s)^2$	$0 < w < -\frac{1}{s}c$	$0 < w < \infty$	$0 < w < \infty$
$g \geqslant (\frac{1}{2}s)^2$	$0 < w < -\frac{1}{s}c$	$0 < w < \infty$	$0 < w < \infty$

1.11-79

Որտեղ w_1 և w_2 արագությունները տրված են $(1.11-68)$-ով.

Իսկ նույնպես այս բաժնում քննարկված հինգ առանձնահատուկ դեպքերի համար բացարձակ արագությունների բոլոր հնարավոր գոյության տիրույթները տրված են ստորև.

$g \setminus s$	$s < 0$	$s = 0$	$s > 0$
$g < 0$	$0 < w_{\text{բ}} < \infty$	$0 < w_{\text{բ}} < \infty$	$0 < w_{\text{բ}} < \infty$
$g = 0$	$0 < w_{\text{բ}} < \infty$	գոյություն չունի	$0 < w_{\text{բ}} < \infty$
$g > 0$	$0 < w_{\text{բ}} < c\sqrt{\frac{1}{g}}$	$0 < w_{\text{բ}} < c\sqrt{\frac{1}{g}}$	$0 < w_{\text{բ}} < c\sqrt{\frac{1}{g}}$

1.11-80

Ընդգծում 1-32 - *Ուշադրության է արժանի այն փաստը որ, համաձայն* $(1.11-79)$*-ով տրված տեղական արագությունների գոյության տիրույթների, այն կարելի է բաժանել երկու հիմնական մասի հետևյալ կերպ.*

$$\begin{cases} 1)\ \text{երբ}\quad s \geq 0 \quad \underline{\text{և}} \quad g \geq 0 \quad \text{ապա} \quad \underline{0 < w < \infty} \\ 2)\ \text{երբ}\quad s < 0 \quad \underline{\text{կամ}} \quad g < 0 \quad \text{ապա} \quad \underline{0 < w < w_{\text{ս}}} \end{cases} \qquad 1.11\text{-}81$$

Որտեղ $w_{\text{ս}}$ *սահմանային արագությունը ընդունում է* w_1, $-\frac{1}{s}c$ *և* $c\sqrt{-\frac{1}{g}}$ *արժեքներից որևէ մեկը:*

Արժե առանձնահատուկ նշել նաև, որ արագության մեծության մասին արդի ֆիզիկայում տիրող քաոսը (մասնիկը լույսից արագ կարող շարժվել թե ոչ) առաջացել է միայն ու միայն այն պատճառով, որ չի պարզաբանվում թե ո՞ր արագության մասին է խոսքը՝ տեղական արագության թե բացարձակ արագության:
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

1.12 - Ժամանակատարածային Ձևափոխությունների Ներկայացումը Աղյուսակային Հավասարումների Տեսքով

Մենք կարող ենք միաչափ Գոյերի համար արտածված Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումները ներկայացնել նաև աղյուսակային հավասարումների տեսքով: Դրա համար մենք պետք է օգտվենք (1.8 – 15)-ով և (1.8 – 17)-ով տրված հայելային անդրադարձված Հայկական ձևափոխության հավասարումներից, ինչպես նաև իրար նկատմամբ հարաբերական շարժման մեջ գտնվող երկու տարբեր իներցիալ համակարգերի (1.8 – 25)-ով, (1.8 – 26)-ով, (1.8 – 27)-ով և (1.8 – 28)-ով տրված Հայկական ձևափոխության հավասարումներից, դրանց մեջ պահպանելով չափողականությունը և ժամանակ - տարածություն հերթականությունը: Այդ նպատակի համար նախ գրենք K' և K ուղիղ և հակադիր երկու իներցիալ համակարգերի միջև Հայկական ձևափոխության հավասարումները պահանջված կարգով:

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ միայն ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} c\overrightarrow{t}' = \gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\left(c\overrightarrow{t}\right)+g\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\frac{\overrightarrow{v}}{c}\overrightarrow{x} \\ \overrightarrow{x}' = -\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\frac{\overrightarrow{v}}{c}\left(c\overrightarrow{t}\right)+\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\overrightarrow{x} \end{cases}$$

և

Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} c\overrightarrow{t} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(c\overrightarrow{t}'\right)+g\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\frac{\overleftarrow{v}}{c}\overrightarrow{x}' \\ \overrightarrow{x} = -\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\frac{\overleftarrow{v}}{c}\left(c\overrightarrow{t}'\right)+\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\overrightarrow{x}' \end{cases} \qquad 1.12\text{-}1$$

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ միայն հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} c\overleftarrow{t}' = \gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\left(c\overleftarrow{t}\right)-g\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\frac{\overrightarrow{v}}{c}\overleftarrow{x} \\ \overleftarrow{x}' = \gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\frac{\overrightarrow{v}}{c}\left(c\overleftarrow{t}\right)+\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} \end{cases}$$

և

Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} c\overleftarrow{t} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\left(c\overleftarrow{t}'\right)-g\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\frac{\overleftarrow{v}}{c}\overleftarrow{x}' \\ \overleftarrow{x} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\frac{\overleftarrow{v}}{c}\left(c\overleftarrow{t}'\right)+\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}' \end{cases} \qquad 1.12\text{-}2$$

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overleftarrow{K}'$ հակադիր և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} c\overleftarrow{t}' = \gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\left(c\overrightarrow{t}\right)+\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\left(s+g\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{x} \\ \overleftarrow{x}' = \gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\frac{\overrightarrow{v}}{c}\left(c\overrightarrow{t}\right)-\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\overrightarrow{x} \end{cases}$$

և

$$\begin{cases} c\overleftarrow{t} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\left(c\overrightarrow{t}'\right)+\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\left(s+g\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{x}' \\ \overleftarrow{x} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\frac{\overleftarrow{v}}{c}\left(c\overrightarrow{t}'\right)-\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\overrightarrow{x}' \end{cases} \qquad 1.12\text{-}3$$

- *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overrightarrow{K}'$ ուղիղ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

$$\begin{cases} c\overrightarrow{t}' = \gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)c\overleftarrow{t}+\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\left[s\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)-g\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right]\overleftarrow{x} \\ \overrightarrow{x}' = -\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\frac{\overrightarrow{v}}{c}\left(c\overleftarrow{t}\right)-\gamma_{չ}(\overrightarrow{v})\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} \end{cases} \qquad 1.12\text{-}4ա$$

$$\begin{cases} c\overleftarrow{t} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)c\overrightarrow{t}'+\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\left[s\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)-g\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right]\overrightarrow{x}' \\ \overleftarrow{x} = -\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\frac{\overleftarrow{v}}{c}\left(c\overrightarrow{t}'\right)-\gamma_{չ}(\overleftarrow{v})\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{x}' \end{cases} \qquad 1.12\text{-}4բ$$

Մենք ժամանակատարածության ժամանակի և տարածության առանցքաբվերը կարող ենք ներկայացնել մեկ սյունականի աղյուսակների տեսքով հետևյալ նշագրությամբ.

- $\overrightarrow{K}'$ *և* $\overrightarrow{K}$ *ուղիղ իներցիալ համակարգերում*

$$\overrightarrow{\mathbf{r}}' = \begin{bmatrix} c\overrightarrow{t}' \\ \overrightarrow{x}' \end{bmatrix} \qquad \text{և} \qquad \overrightarrow{\mathbf{r}} = \begin{bmatrix} c\overrightarrow{t} \\ \overrightarrow{x} \end{bmatrix} \qquad 1.12\text{-}5$$

- $\overleftarrow{K}'$ *և* $\overleftarrow{K}$ *հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$$\overleftarrow{\mathbf{r}}' = \begin{bmatrix} c\overleftarrow{t}' \\ \overleftarrow{x}' \end{bmatrix} \qquad \text{և} \qquad \overleftarrow{\mathbf{r}} = \begin{bmatrix} c\overleftarrow{t} \\ \overleftarrow{x} \end{bmatrix} \qquad 1.12\text{-}6$$

Համաձայն (1.12 – 1)-ով և (1.12 – 2)-ով տրված Հայկական ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության հավասարումների, ինչպես նաև (1.9 – 31)-ով և (1.9 – 32)-ով տրված բանաձևերի, ուղիղ և հակադարձ ձևափոխության քառակուսի աղյուսակները մենք կարող ենք գրել հետևյալ նշագրությամբ.

$$\begin{cases} \overrightarrow{\hat{\xi}} = \gamma_{չ}(\overrightarrow{v}) \begin{bmatrix} 1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} & g\frac{\overrightarrow{v}}{c} \\ -\frac{\overrightarrow{v}}{c} & 1 \end{bmatrix} \equiv \gamma_{չ}(\overleftarrow{v}) \begin{bmatrix} 1 & -g\frac{\overleftarrow{v}}{c} \\ \frac{\overrightarrow{v}}{c} & 1 + s\frac{\overleftarrow{v}}{c} \end{bmatrix} \\ \overleftarrow{\hat{\xi}} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v}) \begin{bmatrix} 1 + s\frac{\overleftarrow{v}}{c} & g\frac{\overleftarrow{v}}{c} \\ -\frac{\overleftarrow{v}}{c} & 1 \end{bmatrix} \equiv \gamma_{չ}(\overrightarrow{v}) \begin{bmatrix} 1 & -g\frac{\overrightarrow{v}}{c} \\ \frac{\overrightarrow{v}}{c} & 1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} \end{bmatrix} \end{cases} \qquad 1.12\text{-}7$$

Իսկ, համաձայն (1.8 – 15)-ով և (1.8 – 17)-ով տրված հայելային անդրադարձված Հայկական ձևափոխության հավասարումների, ձևափոխության քառակուսի աղյուսակը մենք կարող ենք գրել հետևյալ նշագրությամբ.

$$\boxed{\hat{\mathrm{h}} = \begin{bmatrix} 1 & s \\ 0 & -1 \end{bmatrix}} \qquad 1.12\text{-}8$$

Օգտվելով (1.8 – 9)-ով և (1.8 – 24)-ով տրված բանաձևերից, ինչպես նաև (1.9 – 27)-ով և (1.9 – 29)-ով տրված ուղիղ և հակադիր հարաբերական արագությունների համար Հայկական γ գործակիցների քառակուսու բանաձևերից, հեշտ է համոզվել որ (1.12 – 7)-ով տրված Հայկական ուղիղ և հակադարձ ձևափոխությունների քառակուսի աղյուսակները բավարարում են հետևյալ առնչություններին.

$$\boxed{\overleftarrow{\hat{\xi}}\overrightarrow{\hat{\xi}} = \hat{\mathbf{e}} \qquad \text{և} \qquad \left|\overleftarrow{\hat{\xi}}\right| = \left|\overrightarrow{\hat{\xi}}\right| = 1} \qquad 1.12\text{-}9$$

Նմանապես հեշտ է համոզվել նաև որ (1.12 – 8)-ով տրված հայելային անդրադարձման Հայկական ձևափոխության քառակուսի աղյուսակը ունի հետևյալ հատկությունները.

$$\boxed{\left(\hat{\mathrm{h}}\right)^{-1} = \hat{\mathrm{h}} \qquad \text{կամ որ նույնն է} \qquad \left(\hat{\mathrm{h}}\right)^{2} = \hat{\mathbf{e}} \qquad \text{և} \qquad \left|\hat{\mathrm{h}}\right| = -1} \qquad 1.12\text{-}10$$

Օգտվելով (1.12 – 7)-ով տրված հարաբերական շարժման Հայկական աղյուսակներից և (1.12 – 8)-ով տրված հայելային ձևափոխության Հայկական աղյուսակից, մենք կարող ենք կազմել հետևյալ աղյուսակային արտադրյալները, որոնք նույնպես հանդիսանում են քառակուսի աղյուսակներ.

$$\begin{cases} \hat{\mathrm{h}}\overrightarrow{\hat{\xi}} = \gamma_{չ}(\overrightarrow{v}) \begin{bmatrix} 1 & s + g\frac{\overrightarrow{v}}{c} \\ \frac{\overrightarrow{v}}{c} & -1 \end{bmatrix} \equiv \gamma_{չ}(\overleftarrow{v}) \begin{bmatrix} 1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} & s\left(1 + s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right) - g\frac{\overleftarrow{v}}{c} \\ -\frac{\overrightarrow{v}}{c} & -\left(1 + s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right) \end{bmatrix} = \overleftarrow{\hat{\xi}}\hat{\mathrm{h}} \\ \hat{\mathrm{h}}\overleftarrow{\hat{\xi}} = \gamma_{չ}(\overleftarrow{v}) \begin{bmatrix} 1 & s + g\frac{\overleftarrow{v}}{c} \\ \frac{\overleftarrow{v}}{c} & -1 \end{bmatrix} \equiv \gamma_{չ}(\overrightarrow{v}) \begin{bmatrix} 1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} & s\left(1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right) - g\frac{\overrightarrow{v}}{c} \\ -\frac{\overrightarrow{v}}{c} & -\left(1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right) \end{bmatrix} = \overrightarrow{\hat{\xi}}\hat{\mathrm{h}} \end{cases} \qquad 1.12\text{-}11$$

$(1.12-11)$-ով տրված $\hat{h}$, $\overrightarrow{\hat{\xi}}$ և $\overleftarrow{\hat{\xi}}$ Հայկական աղյուսակների խառը արտադրյալների որոշիչները կլինեն.

$$\left|\hat{h}\overrightarrow{\hat{\xi}}\right| = \left|\hat{h}\overleftarrow{\hat{\xi}}\right| = -1 \qquad 1.12\text{-}12$$

Ինչպես նաև $\hat{h}$, $\overrightarrow{\hat{\xi}}$ և $\overleftarrow{\hat{\xi}}$ Հայկական աղյուսակների միջև գոյություն ունեն հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \overleftarrow{\hat{\xi}} = \hat{h}\overrightarrow{\hat{\xi}}\hat{h} \\ \overrightarrow{\hat{\xi}} = \hat{h}\overleftarrow{\hat{\xi}}\hat{h} \end{cases} \qquad 1.12\text{-}13$$

Այժմ օգտվելով $(1.12-5)$-ով և $(1.12-6)$-ով տրված ժամանակ-տարածություն առանցքաքվերի աղյուսակներից, ինչպես նաև $(1.12-8)$-ով տրված հայելային անդրադարձման Հայկական աղյուսակից, մենք կարող ենք $(1.8-15)$-ով տրված հայելային անդրադարձված Հայկական ձևափոխության հավասարումները գրել աղյուսակային հավասարումների տեսքով հետևյալ կերպ.

K' իներցիալ համակարգում $\Rightarrow \overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}}' = \hat{h}\overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}}'$; K իներցիալ համակարգում $\Rightarrow \overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}} = \hat{h}\overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}}$

$$\begin{bmatrix} c\overleftarrow{t}' \\ \overleftarrow{x}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & s \\ 0 & -1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} c\overrightarrow{t}' \\ \overrightarrow{x}' \end{bmatrix} \quad \text{և} \quad \begin{bmatrix} c\overleftarrow{t} \\ \overleftarrow{x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & s \\ 0 & -1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} c\overrightarrow{t} \\ \overrightarrow{x} \end{bmatrix} \qquad 1.12\text{-}14$$

Նմանապես $(1.8-17)$-ով տրված հայելային անդրադարձված Հայկական ձևափոխության հավասարումները մենք կարող ենք գրել աղյուսակային հավասարումների տեսքով հետևյալ կերպ.

K' իներցիալ համակարգում $\Rightarrow \overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}}' = \hat{h}\overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}}'$; K իներցիալ համակարգում $\Rightarrow \overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}} = \hat{h}\overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}}$

$$\begin{bmatrix} c\overrightarrow{t}' \\ \overrightarrow{x}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & s \\ 0 & -1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} c\overleftarrow{t}' \\ \overleftarrow{x}' \end{bmatrix} \quad \text{և} \quad \begin{bmatrix} c\overrightarrow{t} \\ \overrightarrow{x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & s \\ 0 & -1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} c\overleftarrow{t} \\ \overleftarrow{x} \end{bmatrix} \qquad 1.12\text{-}15$$

Իսկ այժմ նույնպես օգտվելով $(1.12-5)$-ով և $(1.12-6)$-ով տրված ժամանակ-տարածություն առանցքաքվերի աղյուսակներից, ինչպես նաև $(1.12-7)$-ով տրված Հայկական աղյուսակներից, մենք կարող ենք $(1.12-1)$-ով տրված ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխության հավասարումները գրել աղյուսակային հավասարումների տեսքով հետևյալ կերպ.

Ուղիղ ձևափոխություններ $\Rightarrow \overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}}' = \overrightarrow{\hat{\xi}}\overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}}$; Հակադարձ ձևափոխություններ $\Rightarrow \overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}} = \overleftarrow{\hat{\xi}}\overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}}'$

$$\begin{bmatrix} c\overrightarrow{t}' \\ \overrightarrow{x}' \end{bmatrix} = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v})\begin{bmatrix} 1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c} & g\frac{\overrightarrow{v}}{c} \\ -\frac{\overrightarrow{v}}{c} & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} c\overrightarrow{t} \\ \overrightarrow{x} \end{bmatrix} \quad \text{և} \quad \begin{bmatrix} c\overrightarrow{t} \\ \overrightarrow{x} \end{bmatrix} = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v})\begin{bmatrix} 1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c} & g\frac{\overleftarrow{v}}{c} \\ -\frac{\overleftarrow{v}}{c} & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} c\overrightarrow{t}' \\ \overrightarrow{x}' \end{bmatrix} \qquad 1.12\text{-}16$$

Նմանապես $(1.12-2)$-ով տրված ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխության հավասարումները մենք կարող ենք գրել աղյուսակային հավասարումների տեսքով հետևյալ կերպ.

Ուղիղ ձևափոխություններ $\Rightarrow \overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}}' = \overleftarrow{\hat{\xi}}\overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}}$; Հակադարձ ձևափոխություններ $\Rightarrow \overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}} = \overrightarrow{\hat{\xi}}\overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}}'$

$$\begin{bmatrix} c\overleftarrow{t}' \\ \overleftarrow{x}' \end{bmatrix} = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v})\begin{bmatrix} 1 & -g\frac{\overrightarrow{v}}{c} \\ \frac{\overrightarrow{v}}{c} & 1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} c\overleftarrow{t} \\ \overleftarrow{x} \end{bmatrix} \quad \text{և} \quad \begin{bmatrix} c\overleftarrow{t} \\ \overleftarrow{x} \end{bmatrix} = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v})\begin{bmatrix} 1 & -g\frac{\overleftarrow{v}}{c} \\ \frac{\overleftarrow{v}}{c} & 1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} c\overleftarrow{t}' \\ \overleftarrow{x}' \end{bmatrix} \qquad 1.12\text{-}17$$

$(1.12-16)$-ով և $(1.12-17)$-ով տրված ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխությունների աղյուսակային հավասարումների երկու կողմերը բազմապատկելով ձախից $\hat{h}$ աղյուսակով և հիշելով նաև $(1.12-14)$-ով և $(1.12-15)$-ով տրված հայելային անդրադարձված ձևափոխության աղյուսակային հավասարումները, մենք կստանանք $(1.12-3)$-ով և $(1.12-4)$-ով տրված ձևափոխությունների աղյուսակային հավասարումները.

$$\begin{cases} \overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}}' = \left(\hat{h}\overrightarrow{\hat{\xi}}\right)\overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}} \\ \overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}} = \left(\hat{h}\overleftarrow{\hat{\xi}}\right)\overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}}' \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}}' = \left(\hat{h}\overleftarrow{\hat{\xi}}\right)\overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}} \\ \overrightarrow{\hat{\mathbf{r}}} = \left(\hat{h}\overrightarrow{\hat{\xi}}\right)\overleftarrow{\hat{\mathbf{r}}}' \end{cases} \qquad 1.12\text{-}18$$

1.13 - Վերջաբան կամ Ամփոփում

Մենք ապացուցեցինք, որ «Հայկական Հարաբերականության Հատուկ Տեսություն»-ը հարուստ է նուրբ և դժվար ըմբռնելի, շատ դեպքերում առօրյա կենսափորձին խիստ հակասող անսպասելի գաղափարներով: Մեր այս գիրքը միայն չի ընդհանրացնում մինչև այժմ եղած տեսական արդյունքները, այլ առանց որևէ սահմանափակման, մաքուր մաթեմատիկական մոտեցման միջոցով, փորձում է մի նոր գիտական հեղաշրջում ապահովող թարմություն մտցնել հարաբերականության հատուկ տեսության գաղափարների լուսաբանման և մեկնաբանման հարցերում, ինչպես նաև ուղղենշում է ճանապարհ միացյալ դաշտի տեսության կառուցման համար:

Ընթերցողը կարող է նկատել, որ մեր գրքում, միաչափ ֆիզիկական տարածության մեջ, ժամանակը և տարածությունը, բացարձակ արագության բաղադրիչները և ընդհանրապես բոլոր բացարձակ ֆիզիկական մեծությունների թվային և տարածական բաղադրիչները հանդիսանում են երկչափ թվեր, իսկ եռաչափ ֆիզիկական տարածության մեջ վերոնշյալ մեծությունների թվային և տարածական բաղադրիչները կհանդիսանան քառաչափ թվեր (quaternions):

Հայկական Հարաբերականության Հատուկ Տեսությունը մաթեմատիկորեն այնքան կուռ է և կատարյալ, որ այն չի կարող լինել սխալ: Հետևաբար մեր կողմից ստացված Հայկական ձևափոխության հավասարումները ոչ միայն պետք է փոխարինեն Լորենցի ձևափոխության հավասարումներին, այլ ամբողջ արդի ֆիզիկան պետք է նորից գրվի: Որովհետև Լորենցի ձևափոխության հավասարումները հանդիսանում են միայն Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումների մի շատ մասնավոր դեպքը, երբ $s = 0$ և $g = -1$:

Այս բաժնում ամփոփ շարադրենք մեր ստացած կարևոր արդյունքները:

1. *Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումները:*

◆ *Հայելային անդրադարձված Հայկական ձևափոխության հավասարումները*

$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև		$\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև
$\begin{cases} c\overleftarrow{t}' = c\overrightarrow{t}' + s\overrightarrow{x}' \\ \overleftarrow{x}' = -\overrightarrow{x}' \end{cases}$	$\Leftrightarrow$	$\begin{cases} c\overleftarrow{t} = c\overrightarrow{t} + s\overrightarrow{x} \\ \overleftarrow{x} = -\overrightarrow{x} \end{cases}$

1.13-1

◆ *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overrightarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ
$\begin{cases} \overrightarrow{t}' = \gamma_չ(\overrightarrow{v})\left[\left(1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{t} + g\frac{\overrightarrow{v}}{c^2}\overrightarrow{x}\right] \\ \overrightarrow{x}' = \gamma_չ(\overrightarrow{v})\left(\overrightarrow{x} - \overrightarrow{v}\overrightarrow{t}\right) \end{cases}$	և	$\begin{cases} \overrightarrow{t} = \gamma_չ(\overleftarrow{v})\left[\left(1 + s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{t}' + g\frac{\overleftarrow{v}}{c^2}\overrightarrow{x}'\right] \\ \overrightarrow{x} = \gamma_չ(\overleftarrow{v})\left(\overrightarrow{x}' - \overleftarrow{v}\overrightarrow{t}'\right) \end{cases}$

1.13-2

◆ *Հայկական ձևափոխության հավասարումները $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ		Հակադարձ ձևափոխություններ
$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \gamma_չ(\overrightarrow{v})\left(\overleftarrow{t} - g\frac{\overrightarrow{v}}{c^2}\overleftarrow{x}\right) \\ \overleftarrow{x}' = \gamma_չ(\overrightarrow{v})\left[\left(1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x} + \overrightarrow{v}\overleftarrow{t}\right] \end{cases}$	և	$\begin{cases} \overleftarrow{t} = \gamma_չ(\overleftarrow{v})\left(\overleftarrow{t}' - g\frac{\overleftarrow{v}}{c^2}\overleftarrow{x}'\right) \\ \overleftarrow{x} = \gamma_չ(\overleftarrow{v})\left[\left(1 + s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overleftarrow{x}' + \overleftarrow{v}\overleftarrow{t}'\right] \end{cases}$

1.13-3

◆ *Ուղիղ և հակադիր հարաբերական արագությունների կապը և գամմա գործակիցների արտահայտությունները*

$$\begin{cases} \overleftarrow{v} = -\dfrac{\overrightarrow{v}}{1 + s\dfrac{\overrightarrow{v}}{c}} \\[2ex] \overrightarrow{v} = -\dfrac{\overleftarrow{v}}{1 + s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c}} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v}) = \dfrac{1}{\sqrt{1 + s\dfrac{\overrightarrow{v}}{c} + g\dfrac{\overrightarrow{v}^2}{c^2}}} = \Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c} > 0 \\[2ex] \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v}) = \dfrac{1}{\sqrt{1 + s\dfrac{\overleftarrow{v}}{c} + g\dfrac{\overleftarrow{v}^2}{c^2}}} = \Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c} > 0 \end{cases} \qquad 1.13\text{-}4$$

Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումները, համաձայն $(1.10-29)$-ի և $(1.10-30)$-ի, մենք արտահայտեցինք նաև $v_{\text{բ}}$ բացարձակ հարաբերական արագությամբ:

◆ *Հայկական ձևափոխության հավասարումները* $\overrightarrow{K}'$ *և* $\overrightarrow{K}$ *ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ — Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overrightarrow{t}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{t} + g\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c^2}\overrightarrow{x} \\[2ex] \overrightarrow{x}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{x} - \overrightarrow{v}_{\text{բ}}\overrightarrow{t} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overrightarrow{t} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{t}' + g\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c^2}\overrightarrow{x}' \\[2ex] \overrightarrow{x} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{x}' + \overrightarrow{v}_{\text{բ}}\overrightarrow{t}' \end{cases} \qquad 1.13\text{-}5$$

◆ *Հայկական ձևափոխության հավասարումները* $\overleftarrow{K}'$ *և* $\overleftarrow{K}$ *հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ — Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overleftarrow{t}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{t} - g\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c^2}\overleftarrow{x} \\[2ex] \overleftarrow{x}' = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{x} + \overrightarrow{v}_{\text{բ}}\overleftarrow{t} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{t} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{t}' + g\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c^2}\overleftarrow{x}' \\[2ex] \overleftarrow{x} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{x}' - \overrightarrow{v}_{\text{բ}}\overleftarrow{t}' \end{cases} \qquad 1.13\text{-}6$$

◆ *Լամդա գործակիցը, համաձայն* $(1.10-21)$*-ի, ունի հետևյալ արժեքը*

$$\Lambda(v_{\text{բ}}) = \sqrt{1 - \left(g - \frac{1}{4}s^2\right)\frac{v_{\text{բ}}^2}{c^2}} > \frac{1}{4}\left|s\frac{v_{\text{բ}}}{c^2}\right| \qquad 1.13\text{-}7$$

◆ *Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության ձևափոխության հավասարումների առանցքաբվերը բավարարում են* $(1.9-40)$*-ով տրված միջակայքի հետևյալ մնայուն արտահայտությանը*

$$\text{ŧ}^2 = \left(c\overrightarrow{t}'\right)^2 + s\left(c\overrightarrow{t}'\right)\overrightarrow{x}' + g\overrightarrow{x}'^2 = \left(c\overrightarrow{t}\right)^2 + s\left(c\overrightarrow{t}\right)\overrightarrow{x} + g\overrightarrow{x}^2 = \left(c\overleftarrow{t}'\right)^2 + s\left(c\overleftarrow{t}'\right)\overleftarrow{x}' + g\overleftarrow{x}'^2 = \left(c\overleftarrow{t}\right)^2 + s\left(c\overleftarrow{t}\right)\overleftarrow{x} + g\overleftarrow{x}^2 > 0 \qquad 1.13\text{-}8$$

2. *Ժամանակի, երկարության և զանգվածի փոփոխությունները*

Լորենցի հարաբերականության տեսությունից բխում է որ կարող են տեղի ունենալ միայն շարժվող ձողի կարճացում, շարժվող ժամացույցի ժամանակի դանդաղում և շարժվող մարմնի զանգվածի մեծացում: Բայց Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսությունից հետևում է, որ կախված ժամանակատարածության կառուցվածքը բնութագրող s և g գործակիցների մեծությունից, շարժվող ձողը կարող է և կարճանալ և երկարել: Իսկ շարժվող ժամացույցի տեղական ժամանակը նույնպես կարող է և դանդաղել և արագանալ: Եւ վերջապես, շարժվող մարմնի զանգվածը կարող է և աճել և նվազել: Դրա համար մենք երկարության «կարճանալ», ժամանակի «դանդաղել» կամ զանգվածի «աճել» արտահայտությունների փոխարեն օգտագործում ենք «փոփոխություն» արտահայտությունը:

◆ w *արագությամբ շարժվող ժամացույցը, որը հանգստի վիճակում գրանցում է* t_0 *տեղական ժամանակի տևողություն, ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում, համաձայն* $(1.3-15)$*-ի,* $(1.3-19)$*-ի,* $(1.9-31)$-ի *և* $(1.10-20)$*-ի, կունենա ժամանակի տևողության հետևյալ փոփոխությունները*

$$\begin{cases} \overrightarrow{t} = \beta\left(\overleftarrow{w}\right)t_0 = \gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{w}\right)t_0 = \dfrac{t_0}{\sqrt{1+s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}+g\dfrac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}}} = \left[\Lambda(w_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}\right]t_0 \\ \\ \overleftarrow{t} = \beta\left(\overrightarrow{w}\right)t_0 = \gamma_{\text{Հ}}\left(\overleftarrow{w}\right)t_0 = \dfrac{t_0}{\sqrt{1+s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}+g\dfrac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}} = \left[\Lambda(w_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}\right]t_0 \end{cases} \qquad 1.13\text{-}9$$

◆ *Ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից, միևնույն շարժվող ժամացույցի ժամանակի տևողության միջին ավելցուկի Հայկական բանաձևը*

$$\triangle t = \frac{1}{2}\left(\overleftarrow{t} - \overrightarrow{t}\right) = \left(\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}\right)t_0 \qquad 1.13\text{-}10$$

◆ w *արագությամբ շարժվող և հանգստի վիճակում* l_0 *երկարություն ունեցող ձողը, ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում, համաձայն* $(1.3-4)$*-ի,* $(1.3-8)$*-ի,* $(1.9-30)$*-ի և* $(1.10-20)$*-ի, կունենա երկարության հետևյալ փոփոխությունները*

$$\begin{cases} \overrightarrow{l} = \dfrac{l_0}{\gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{w}\right)} = l_0\sqrt{1+s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}+g\dfrac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}} = \dfrac{l_0}{\Lambda(w_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}} \\ \\ \overleftarrow{l} = \dfrac{l_0}{\gamma_{\text{Հ}}\left(\overleftarrow{w}\right)} = l_0\sqrt{1+s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}+g\dfrac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}} = \dfrac{l_0}{\Lambda(w_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}} \end{cases} \qquad 1.13\text{-}11$$

◆ *Ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից, միևնույն* l_0 *երկարություն ունեցող շարժվող ձողի երկարության միջին ավելցուկի Հայկական բանաձևը*

$$\triangle l = \frac{1}{2}\left(\overrightarrow{l} - \overleftarrow{l}\right) = \frac{\frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}}{1-g\dfrac{w_{\text{բ}}^2}{c^2}}l_0 \qquad 1.13\text{-}12$$

◆ w *արագությամբ շարժվող և* m_0 *հանգստի զանգված ունեցող փորձնական մասնիկը, ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում, համաձայն մեր հաջորդ աշխատության, կունենա զանգվածի հետևյալ փոփոխությունները*

$$\begin{cases} \overrightarrow{m} = m\left(\overrightarrow{w}\right) = \gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{w}\right)m_0 = \dfrac{m_0}{\sqrt{1+s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}+g\dfrac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}}} = m_0\left[\Lambda(w_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}\right] \\ \\ \overleftarrow{m} = m\left(\overleftarrow{w}\right) = \gamma_{\text{Հ}}\left(\overleftarrow{w}\right)m_0 = \dfrac{m_0}{\sqrt{1+s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}+g\dfrac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}} = m_0\left[\Lambda(w_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}\right] \end{cases} \qquad 1.13\text{-}13$$

◆ *Ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի տեսանկյունից, միևնույն շարժվող փորձնական մասնիկի զանգվածի միջին ավելցուկի Հայկական բանաձևը*

$$\triangle m = \frac{1}{2}\left(\overleftarrow{m} - \overrightarrow{m}\right) = \left(\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}\right)m_0 \qquad 1.13\text{-}14$$

3. *Տեղական և բացարձակ արագությունների գումարման և հանման բանաձևերը*

◆ *Տեղական արագությունների գումարման և հանման բանաձևերը*

$$\begin{cases} \vec{w} = \dfrac{\vec{u} + \vec{v} + s\dfrac{\vec{v}\vec{u}}{c}}{1 - g\dfrac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}} \\ \vec{u} = \dfrac{\vec{w} - \vec{v}}{1 + s\dfrac{\vec{v}}{c} + g\dfrac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}} \end{cases} \qquad 1.13\text{-}15$$

◆ *Բացարձակ արագությունների տարածական բաղադրիչների գումարի և տարբերության բանաձևերը*

$$\begin{cases} \vec{w}_{\text{բ}} = \Lambda(v_{\text{բ}})\vec{u}_{\text{բ}} + \Lambda(u_{\text{բ}})\vec{v} \\ \vec{u}_{\text{բ}} = \Lambda(v_{\text{բ}})\vec{w}_{\text{բ}} - \Lambda(w_{\text{բ}})\vec{v}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad 1.13\text{-}16$$

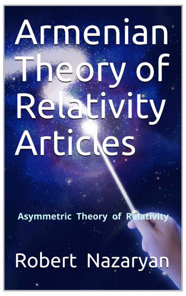
◆ *Բացարձակ արագությունների թվային և տարածական բաղադրիչների միջև գոյություն ունեցող մնայուն առնչությունը*

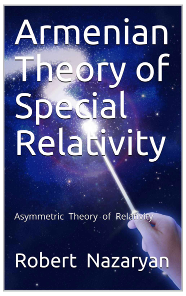
$$\left(\vec{w}^{0}_{\text{բ}}\right)^2 + s\vec{w}^{0}_{\text{բ}}\vec{w}_{\text{բ}} + g\left(\vec{w}_{\text{բ}}\right)^2 = \left(\overleftarrow{w}^{0}_{\text{բ}}\right)^2 + s\overleftarrow{w}^{0}_{\text{բ}}\overleftarrow{w}_{\text{բ}} + g\left(\overleftarrow{w}_{\text{բ}}\right)^2 = \left(\vec{u}^{0}_{\text{բ}}\right)^2 + s\vec{u}^{0}_{\text{բ}}\vec{u}_{\text{բ}} + g\left(\vec{u}_{\text{բ}}\right)^2 = \left(\overleftarrow{u}^{0}_{\text{բ}}\right)^2 + s\overleftarrow{u}^{0}_{\text{բ}}\overleftarrow{u}_{\text{բ}} + g\left(\overleftarrow{u}_{\text{բ}}\right)^2 = c^2 \qquad 1.13\text{-}17$$

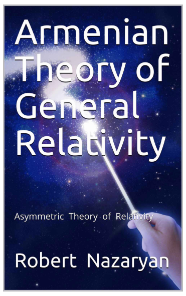
◆ *Տեղական և բացարձակ արագությունների միջև եղած առնչությունները*

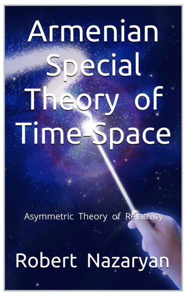
$$\begin{cases} \vec{w}_{\text{բ}} = \gamma_{\text{չ}}\left(\vec{w}\right)\vec{w} = \dfrac{\vec{w}}{\sqrt{1 + s\dfrac{\vec{w}}{c} + g\dfrac{\vec{w}^2}{c^2}}} \\ \vec{w} = \dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{չ}}\left(\vec{w}\right)} = \dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{\Lambda(w_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c}} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} \overleftarrow{w}_{\text{բ}} = \gamma_{\text{չ}}\left(\overleftarrow{w}\right)\overleftarrow{w} = \dfrac{\overleftarrow{w}}{\sqrt{1 + s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c} + g\dfrac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}} \\ \overleftarrow{w} = \dfrac{\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{չ}}\left(\overleftarrow{w}\right)} = \dfrac{\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{\Lambda(w_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c}} \end{cases} \qquad 1.13\text{-}18$$

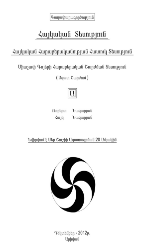
10 տարվա ընթացքում մեր տպագրած գրքերը

















Հավելված 1 - Լրացուցիչ Մաթեմատիկական Բանաձևեր

$(1.6-11)$-ից, $(1.6-13)$-ից և $(1.6-15)$-ից, կամայական v, u և w ուղիղ և հակադիր հարաբերական արագությունների համար մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները վեկտորական նշագրությամբ.

$$\begin{cases} 1)\quad \gamma_{Հ}(\vec{v})\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}\right)=\gamma_{Հ}(\overleftarrow{u})\gamma_{Հ}(\vec{w})\left[\left(1+s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}\right)-g\frac{\overleftarrow{u}\vec{w}}{c^2}\right] \\ 2)\quad \gamma_{Հ}(\vec{u})\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}\right)=\gamma_{Հ}(\overleftarrow{v})\gamma_{Հ}(\vec{w})\left[\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}\right)-g\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c^2}\right] \\ 3)\quad \gamma_{Հ}(\vec{w})\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}\right)=\gamma_{Հ}(\vec{v})\gamma_{Հ}(\vec{u})\left[\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}\right)-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}\right] \end{cases} \qquad \text{Հ1-1}$$

Նմանապես $(1.6-7)$-ից, $(1.6-9)$-ից և $(1.6-17)$-ից, նույնպես կամայական v, u և w ուղիղ և հակադիր հարաբերական արագությունների համար մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները վեկտորական նշագրությամբ.

$$\begin{cases} 4)\quad \gamma_{Հ}(\overleftarrow{v})\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)=\gamma_{Հ}(\vec{u})\gamma_{Հ}(\overleftarrow{w})\left[\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}\right)\left(1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)-g\frac{\vec{u}\overleftarrow{w}}{c^2}\right] \\ 5)\quad \gamma_{Հ}(\overleftarrow{u})\left(1+s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)=\gamma_{Հ}(\vec{v})\gamma_{Հ}(\overleftarrow{w})\left[\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)-g\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c^2}\right] \\ 6)\quad \gamma_{Հ}(\overleftarrow{w})\left(1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)=\gamma_{Հ}(\overleftarrow{v})\gamma_{Հ}(\overleftarrow{u})\left[\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}\right] \end{cases} \qquad \text{Հ1-2}$$

$(Հ1-1)$-ի և $(Հ1-2)$-ի հավասարումները բաժանելով $(1.8-32)$-ով տրված համապատասխան հավասարումների վրա, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} 1)\quad 1+s\frac{\vec{v}}{c}=\dfrac{\left(1+s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}\right)-g\frac{\overleftarrow{u}\vec{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{u}\vec{w}}{c^2}} \\ 2)\quad 1+s\frac{\vec{u}}{c}=\dfrac{\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}\right)-g\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\vec{w}}{c^2}} \\ 3)\quad 1+s\frac{\vec{w}}{c}=\dfrac{\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}\right)-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}}{1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}} \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} 4)\quad 1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}=\dfrac{\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}\right)\left(1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)-g\frac{\vec{u}\overleftarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\vec{u}\overleftarrow{w}}{c^2}} \\ 5)\quad 1+s\frac{\overleftarrow{u}}{c}=\dfrac{\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)-g\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c^2}} \\ 6)\quad 1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}=\dfrac{\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-3}$$

Տեղի ունեն նաև հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} 1)\quad 1+s\frac{\vec{v}}{c}=\dfrac{1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2}}{1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2}} \\ 2)\quad 1+s\frac{\vec{u}}{c}=\dfrac{1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}}{1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}} \\ 3)\quad 1+s\frac{\vec{w}}{c}=\dfrac{1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\overleftarrow{v}\vec{u}}{c^2}}{1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}+g\frac{\overleftarrow{v}\vec{u}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-4}$$

Օգտվելով (1.8 – 29)-ով, (1.8 – 30)-ով և (1.8 – 31)-ով տրված արագությունների միջև եղած առնչություններից, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} 1)\quad 1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}^2}{c^2} = \dfrac{\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}^2}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^2}{c^2}\right)}{\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2}\right)^2} \\ 2)\quad 1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}^2}{c^2} = \dfrac{\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}^2}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^2}{c^2}\right)}{\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}\right)^2} \\ 3)\quad 1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^2}{c^2} = \dfrac{\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}^2}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}^2}{c^2}\right)}{\left(1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}\right)^2} \end{cases} \qquad Հ1\text{-}5$$

Նմանապես մենք կստանանք նաև հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} 1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2} = \dfrac{1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}^2}{c^2}}{1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}} \\ 1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2} = \left(1+s\frac{\vec{u}}{c}\right)\dfrac{1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}^2}{c^2}}{1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}} \end{cases} \qquad Հ1\text{-}6$$

Ինչպես նաև մենք կստանանք հետևյալ համանման առնչությունները.

$$\begin{cases} 1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2} = \dfrac{1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}^2}{c^2}}{1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}} \\ 1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2} = \left(1+s\frac{\vec{v}}{c}\right)\dfrac{1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}^2}{c^2}}{1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}} \end{cases} \qquad Հ1\text{-}7$$

$(Հ1-5)$-ով, $(Հ1-6)$-ով և $(Հ1-7)$-ով տրված հավասարումներից մենք կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2}\right) = 1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^2}{c^2} \qquad Հ1\text{-}8$$

Նմանապես $(Հ1-5)$-ով, $(Հ1-6)$-ով և $(Հ1-7)$-ով տրված հավասարումներից՝ կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2}\right) = \left(1+s\frac{\vec{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^2}{c^2}\right) \qquad Հ1\text{-}9$$

Կստանանք նաև հետևյալ առնչությունը.

$$\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}\right) = \left(1+s\frac{\vec{u}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^2}{c^2}\right) \qquad Հ1\text{-}10$$

Ինչպես նաև կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2}\right) = \left(1+s\frac{\vec{v}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^2}{c^2}\right) \qquad Հ1\text{-}11$$

Բազմապատկելով իրար հետ $(Հ1-5)$-ի բոլոր երեք հավասարումները, մենք կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\left(1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}\right)^2\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}\vec{w}}{c^2}\right)^2\left(1-g\frac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}\right)^2 = \left(1+s\frac{\vec{v}}{c}+g\frac{\vec{v}^2}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}^2}{c^2}\right)\left(1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^2}{c^2}\right) \qquad Հ1\text{-}12$$

Իրար հետ բազմապատկելով $(1.8-32)$-ով տրված բոլոր վեց առնչությունները և օգտվելով նաև $(1.8-24)$-ով տրված առնչությունից, կամայական v, u և w ուղիղ և հակադիր հարաբերական արագությունների համար մենք կստանանք հետևյալ առնչությունը.

$$\left(1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{u}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{v}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{u}}{c^2}\right)=\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{v}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{u}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{w}\overrightarrow{w}}{c^2}\right) \quad \text{Հ1-13}$$

Ինչպես նաև կստանանք հետևյալ երեք առնչությունները.

$$\begin{cases} \left(1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{u}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)=\dfrac{\left(1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{u}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{w}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{v}}{c^2}} \\ \left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{v}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)=\dfrac{\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{v}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{w}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)}{1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{u}}{c^2}} \\ \left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{u}}{c^2}\right)=\dfrac{\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{v}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{u}}{c^2}\right)}{1-g\frac{\overleftarrow{w}\overrightarrow{w}}{c^2}} \end{cases} \quad \text{Հ1-14}$$

Նմանապես կստանանք հետևյալ երեք առնչությունները.

$$\begin{cases} \left(1-g\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{u}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)=\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{v}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)=1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{v}}{c^2} \\ \left(1-g\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{u}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)=\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{u}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)=1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{u}}{c^2} \\ \left(1-g\frac{\overrightarrow{v}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)=\left(1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{w}}{c^2}\right)\left(1-g\frac{\overrightarrow{u}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)=1-g\frac{\overleftarrow{w}\overrightarrow{w}}{c^2} \end{cases} \quad \text{Հ1-15}$$

$(1.8-15)$-ով տրված հայելային անդրադարձման Հայկական ձևափոխության հավասարումները մենք կարող ենք գրել նաև կամայական $\boldsymbol{\Psi}(\varphi,A)$ ուղիղ և հակադիր ֆիզիկական մեծության համար հետևյալ կերպ.

$\overleftarrow{K}'$ և $\overrightarrow{K}'$ իներցիալ համակարգերի միջև

$$\begin{cases} \overleftarrow{\varphi}'=\overrightarrow{\varphi}'+s\overrightarrow{A}' \\ \overleftarrow{A}'=-\overrightarrow{A}' \end{cases} \quad \Leftrightarrow$$

$\overleftarrow{K}$ և $\overrightarrow{K}$ իներցիալ համակարգերի միջև

$$\begin{cases} \overleftarrow{\varphi}=\overrightarrow{\varphi}+s\overrightarrow{A} \\ \overleftarrow{A}=-\overrightarrow{A} \end{cases} \quad \text{Հ1-16}$$

$(1.8-25)$-ով տրված Հայկական ձևափոխության հավասարումները մենք կարող ենք գրել նաև կամայական $\boldsymbol{\Psi}(\varphi,A)$ ֆիզիկական մեծության համար, արտահայտված տեղական հարաբերական արագությամբ.

Ուղիղ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overrightarrow{\varphi}'=\gamma_{\text{Հ}}(\overrightarrow{v})\left[\left(1+s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{\varphi}+g\frac{\overrightarrow{v}}{c}\overrightarrow{A}\right] \\ \overrightarrow{A}'=\gamma_{\text{Հ}}(\overrightarrow{v})\left(\overrightarrow{A}-\frac{\overrightarrow{v}}{c}\overrightarrow{\varphi}\right) \end{cases}$$

և

Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overrightarrow{\varphi}=\gamma_{\text{Հ}}(\overleftarrow{v})\left[\left(1+s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{\varphi}'+g\frac{\overleftarrow{v}}{c}\overrightarrow{A}'\right] \\ \overrightarrow{A}=\gamma_{\text{Հ}}(\overleftarrow{v})\left(\overrightarrow{A}'-\frac{\overleftarrow{v}}{c}\overrightarrow{\varphi}'\right) \end{cases} \quad \text{Հ1-17}$$

Իսկ $(1.10-29)$-ով տրված Հայկական ձևափոխության հավասարումները մենք կարող ենք նույնպես գրել կամայական $\boldsymbol{\Psi}(\varphi,A)$ ֆիզիկական մեծության համար, արտահայտված բացարձակ հարաբերական արագությամբ.

Ուղիղ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overrightarrow{\varphi}'=\left[\Lambda(v_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{\varphi}+g\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overrightarrow{A} \\ \overrightarrow{A}'=\left[\Lambda(v_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{A}-\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overrightarrow{\varphi} \end{cases} \quad \Leftrightarrow$$

Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overrightarrow{\varphi}=\left[\Lambda(v_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{\varphi}'-g\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overrightarrow{A}' \\ \overrightarrow{A}=\left[\Lambda(v_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{A}'+\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overrightarrow{\varphi}' \end{cases} \quad \text{Հ1-18}$$

«Հայկական Հարաբերականության Մեքանիկա»-ում կարևոր դերակատարություն ունեն հետևյալ երկու արտահայտությունները, որոնք կամայական v, u և w արագությունների համար տրված են ստորև.

$$\begin{cases} 1+\frac{1}{2}s\frac{v}{c} \\ g\frac{v}{c}+\frac{1}{2}s \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} 1+\frac{1}{2}s\frac{u}{c} \\ g\frac{u}{c}+\frac{1}{2}s \end{cases} \quad \text{և} \quad \begin{cases} 1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c} \\ g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s \end{cases} \qquad \text{Հ1-19}$$

$(\text{Հ}1-19)$-ով տրված երեք զույգ արտահայտությունների համար մենք կարող ենք գրել կարևոր առնչություններ, որոնք մենք կներկայացնենք ստորև առանց ապացուցման և կգրենք դրանց մի մասը առանց վեկտորի նշանի:

Կամայական ուղիղ և հակադիր w տեղական արագության համար տեղի ունեն հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} 1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c} = \dfrac{1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}}{1+s\frac{\overrightarrow{w}}{c}} \\ \\ 1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c} = \dfrac{1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}}{1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-20}$$

Նմանապես, K և K' իներցիալ համակարգերում կամայական արագությամբ շարժվող փորձնական մասնիկի ակնթարթային ուղիղ և հակադիր արագությունների համար տեղի ունեն հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} 1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c} = \dfrac{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)-(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{u}\overrightarrow{w}}{c^2}} \\ \\ 1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c} = \dfrac{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)-(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\overrightarrow{u}\overleftarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overrightarrow{u}\overleftarrow{w}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-21ա}$$

$$\begin{cases} 1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c} = \dfrac{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)-(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\overrightarrow{w}}{c^2}} \\ \\ 1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c} = \dfrac{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)-(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\overrightarrow{v}\overleftarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overrightarrow{v}\overleftarrow{w}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-21բ}$$

$$\begin{cases} 1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c} = \dfrac{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)-(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{u}}{c^2}}{1-g\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{u}}{c^2}} \\ \\ 1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c} = \dfrac{\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)-(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-21գ}$$

Ինչպես նաև տեղի ունեն հետևյալ երեք առնչությունները.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v})\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{u})\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})\left[\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right) - \left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{u}\,\overrightarrow{w}}{c^2}\right] \\ \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v})\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{u})\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\left[\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right) - \left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{u}\,\overleftarrow{w}}{c^2}\right] \end{cases} \qquad \text{Հ1-22ա}$$

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{u})\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v})\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})\left[\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right) - \left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{v}\,\overrightarrow{w}}{c^2}\right] \\ \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{u})\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v})\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\left[\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right) - \left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{v}\,\overleftarrow{w}}{c^2}\right] \end{cases} \qquad \text{Հ1-22բ}$$

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v})\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{u})\left[\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right) - \left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{v}\,\overrightarrow{u}}{c^2}\right] \\ \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v})\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{u})\left[\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}}{c}\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right) - \left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{v}\,\overleftarrow{u}}{c^2}\right] \end{cases} \qquad \text{Հ1-22գ}$$

Նույնպես, K և K' իներցիալ համակարգերում կամայական արագությամբ շարժվող փորձնական մասնիկի ակնթարթային ուղիղ և հակադիր արագությունների համար տեղի ունեն հետևյալ առնչությունները.

$$\begin{cases} \frac{1}{2}s\left(g\frac{\overrightarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \dfrac{\left(g\frac{\overleftarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overrightarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{u}\,\overrightarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{u}\,\overrightarrow{w}}{c^2}} \\ \frac{1}{2}s\left(g\frac{\overleftarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \dfrac{\left(g\frac{\overrightarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overleftarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{u}\,\overleftarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overrightarrow{u}\,\overleftarrow{w}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-23ա}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{2}s\left(g\frac{\overrightarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \dfrac{\left(g\frac{\overleftarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overrightarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{v}\,\overrightarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\,\overrightarrow{w}}{c^2}} \\ \frac{1}{2}s\left(g\frac{\overleftarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \dfrac{\left(g\frac{\overrightarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overleftarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{v}\,\overleftarrow{w}}{c^2}}{1-g\frac{\overrightarrow{v}\,\overleftarrow{w}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-23բ}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{2}s\left(g\frac{\overrightarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \dfrac{\left(g\frac{\overrightarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overrightarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{v}\,\overrightarrow{u}}{c^2}}{1-g\frac{\overrightarrow{v}\,\overrightarrow{u}}{c^2}} \\ \frac{1}{2}s\left(g\frac{\overleftarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \dfrac{\left(g\frac{\overleftarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overleftarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{v}\,\overleftarrow{u}}{c^2}}{1-g\frac{\overleftarrow{v}\,\overleftarrow{u}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-23գ}$$

Ինչպես նաև տեղի ունեն հետևյալ երեք առնչությունները.

$$\begin{cases} \frac{1}{2}s\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v})\left(g\frac{\overrightarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{u})\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})\left[\left(g\frac{\overleftarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overrightarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{u}\,\overrightarrow{w}}{c^2}\right] \\ \frac{1}{2}s\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v})\left(g\frac{\overleftarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{u})\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\left[\left(g\frac{\overrightarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overleftarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{u}\,\overleftarrow{w}}{c^2}\right] \end{cases} \qquad \text{Հ1-24ա}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{2}s\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{u})\left(g\frac{\overrightarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v})\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})\left[\left(g\frac{\overleftarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overrightarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{v}\,\overrightarrow{w}}{c^2}\right] \\ \frac{1}{2}s\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{u})\left(g\frac{\overleftarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v})\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\left[\left(g\frac{\overrightarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overleftarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{v}\,\overleftarrow{w}}{c^2}\right] \end{cases} \qquad \text{Հ1-24բ}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{2}s\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})\left(g\frac{\overrightarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{v})\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{u})\left[\left(g\frac{\overrightarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overrightarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overrightarrow{v}\,\overrightarrow{u}}{c^2}\right] \\ \frac{1}{2}s\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\left(g\frac{\overleftarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right) = \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{v})\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{u})\left[\left(g\frac{\overleftarrow{v}}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(g\frac{\overleftarrow{u}}{c}+\frac{1}{2}s\right) - g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\frac{\overleftarrow{v}\,\overleftarrow{u}}{c^2}\right] \end{cases} \qquad \text{Հ1-24գ}$$

Կամայական ուղիղ և հակադիր w տեղական արագության համար տեղի ունեն հետևյալ կարևոր առնչությունները.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)=\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})\left(1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)=\Lambda(w_{\text{բ}})>0 \\ \gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\left(g\frac{\overleftarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right)+\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})\left(g\frac{\overrightarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s\right)=\frac{1}{2}s\left[\gamma_{\text{չ}}(\overrightarrow{w})+\gamma_{\text{չ}}(\overleftarrow{w})\right]=s\Lambda(w_{\text{բ}}) \end{cases} \qquad \text{Հ1-25}$$

Նույնպես կամայական ուղիղ և հակադիր w արագության համար տեղի ունեն հետևյալ առնչությունները.

Ուղիղ շարժման համար — Հակադիր շարժման համար

$$\begin{cases} 1+s\frac{\overrightarrow{w}}{c}=\dfrac{\Lambda(w_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}}{\Lambda(w_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}}>0 \\ 1+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}=\dfrac{\Lambda(w_{\text{բ}})}{\Lambda(w_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}}>0 \\ g\frac{\overrightarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s=\dfrac{g_{\oplus}\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}+\frac{1}{2}s\Lambda(w_{\text{բ}})}{\Lambda(w_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1+s\frac{\overleftarrow{w}}{c}=\dfrac{\Lambda(w_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}}{\Lambda(w_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}}>0 \\ 1+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}=\dfrac{\Lambda(w_{\text{բ}})}{\Lambda(w_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}}>0 \\ g\frac{\overleftarrow{w}}{c}+\frac{1}{2}s=-\dfrac{g_{\oplus}\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}-\frac{1}{2}s\Lambda(w_{\text{բ}})}{\Lambda(w_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{c}} \end{cases} \qquad \text{Հ1-26}$$

Հետևյալ բանաձևերը կիրառվում են «*Հայկական Հարաբերականության Մեքանիկա - Միաչափ Շարժում*» գրքում՝ էներգիայի և թափի պահպանման ու ձևափոխության օրենքների մեջ.

$$\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)^2-s\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)+g\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)^2=\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\left(1+s\frac{w}{c}+g\frac{w^2}{c^2}\right) \qquad \text{Հ1-27ա}$$

$$\left[g\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)\right]^2-s\left[g\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)\right]\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)+g\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)^2=g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\left(1+s\frac{w}{c}+g\frac{w^2}{c^2}\right) \qquad \text{Հ1-27բ}$$

$\left(1+\frac{1}{2}s\frac{u}{c}\right)$ և $\left(g\frac{u}{c}+\frac{1}{2}s\right)$ արտահայտությունների ձևափոխության բանաձևերը.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(u)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{u}{c}\right)=\left[\gamma_{\text{չ}}(v)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{v}{c}\right)\right]\left[\gamma_{\text{չ}}(w)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)\right]+\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\gamma_{\text{չ}}(v)\gamma_{\text{չ}}(w)\frac{vw}{c^2} \\ \frac{1}{2}s\gamma_{\text{չ}}(u)\left(g\frac{u}{c}+\frac{1}{2}s\right)=\left[\gamma_{\text{չ}}(v)\left(g\frac{v}{c}+\frac{1}{2}s\right)\right]\left[\gamma_{\text{չ}}(w)\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)\right]-\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\gamma_{\text{չ}}(v)\gamma_{\text{չ}}(w)\left(s\frac{v}{c}+g\frac{vw}{c^2}\right) \end{cases} \qquad \text{Հ1-28}$$

$\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)$ և $\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)$ արտահայտությունների ձևափոխության բանաձևերը.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(w)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)=\left[\gamma_{\text{չ}}(v)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{v}{c}\right)\right]\left[\gamma_{\text{չ}}(u)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{u}{c}\right)\right]-\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\gamma_{\text{չ}}(v)\gamma_{\text{չ}}(u)\frac{vu}{c^2} \\ \frac{1}{2}s\gamma_{\text{չ}}(w)\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)=\left[\gamma_{\text{չ}}(v)\left(g\frac{v}{c}+\frac{1}{2}s\right)\right]\left[\gamma_{\text{չ}}(u)\left(g\frac{u}{c}+\frac{1}{2}s\right)\right]-g\left(g-\frac{1}{4}s^2\right)\gamma_{\text{չ}}(v)\gamma_{\text{չ}}(u)\frac{vu}{c^2} \end{cases} \qquad \text{Հ1-29}$$

$\left(1+\frac{1}{2}s\frac{u}{c}\right)$ և $\left(g\frac{u}{c}+\frac{1}{2}s\right)$ արտահայտությունների ձևափոխության մեկ այլ բանաձև.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(u)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{u}{c}\right)=\gamma_{\text{չ}}(v)\left\{\left[\gamma_{\text{չ}}(w)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)\right]+\frac{v}{c}\left[\gamma_{\text{չ}}(w)\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)\right]\right\} \\ \gamma_{\text{չ}}(u)\left(g\frac{u}{c}+\frac{1}{2}s\right)=\gamma_{\text{չ}}(v)\left\{\left(1+s\frac{v}{c}\right)\left[\gamma_{\text{չ}}(w)\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)\right]-g\frac{v}{c}\left[\gamma_{\text{չ}}(w)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)\right]\right\} \end{cases} \qquad \text{Հ1-30}$$

$\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)$ և $\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)$ արտահայտությունների ձևափոխության մեկ այլ բանաձև.

$$\begin{cases} \gamma_{\text{չ}}(w)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{w}{c}\right)=\gamma_{\text{չ}}(v)\left\{\left(1+s\frac{v}{c}\right)\left[\gamma_{\text{չ}}(u)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{u}{c}\right)\right]-\frac{v}{c}\left[\gamma_{\text{չ}}(u)\left(g\frac{u}{c}+\frac{1}{2}s\right)\right]\right\} \\ \gamma_{\text{չ}}(w)\left(g\frac{w}{c}+\frac{1}{2}s\right)=\gamma_{\text{չ}}(v)\left\{\left[\gamma_{\text{չ}}(u)\left(g\frac{u}{c}+\frac{1}{2}s\right)\right]+g\frac{v}{c}\left[\gamma_{\text{չ}}(u)\left(1+\frac{1}{2}s\frac{u}{c}\right)\right]\right\} \end{cases} \qquad \text{Հ1-31}$$

$g_{\oplus}$ գործակիցը ունի հետևյալ արժեքը.

$$g_{\oplus}=g-\frac{1}{4}s^2 \qquad \text{Հ1-32}$$

Հավելված 2 - Գանձասար Գաղափարասով Ֆիզիկոսների Համար

Մեր հաջորդ «*Հայկական Հարաբերականության Մեքանիկա - Միաչափ Շարժում*» գրքում մենք ստացել ենք բազում նոր զարմանահրաշ բանաձևեր, որոնք ներկայացնում ենք այս հավելվածում առանց արտածման: Միայն հիշեցնենք մեր ընթերցողներին, որ ներկայացվող բանաձևերի Լորենցյան հարաբերականության տեսության համարժեքները (եթե այդ համարժեքները իհարկե գոյություն ունեն) դուք կարող եք ստանալ մեր բանաձևերից, դրանց մեջ s և g գործակիցների համար ընդունելով հետևյալ արժեքները.

$$\begin{cases} s = 0 \\ g = -1 \end{cases} \qquad \text{Հ2-1}$$

1. *Տեղական արագացում*

Կամայական շարժվող փորձնական մասնիկի տեղական արագացումները K և K' իներցիալ համակարգերում, համաձայն $(1.8-3)$-ի և $(1.8-4)$-ի, մենք սահմանել էինք հետևյալ կերպ.

K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \text{Ուղիղ արագացում} \quad - \quad \vec{a} = \dfrac{d\vec{w}}{d\vec{t}} = \dfrac{d^2\vec{x}}{d\vec{t}^2} \\ \text{Հակադիր արագացում} \quad - \quad \overleftarrow{a} = \dfrac{d\overleftarrow{w}}{d\overleftarrow{t}} = \dfrac{d^2\overleftarrow{x}}{d\overleftarrow{t}^2} \end{cases}$$

$\Leftrightarrow$

K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \text{Ուղիղ արագացում} \quad - \quad \vec{b} = \dfrac{d\vec{u}}{d\vec{t}'} = \dfrac{d^2\vec{x}'}{d\vec{t}'^2} \\ \text{Հակադիր արագացում} \quad - \quad \overleftarrow{b} = \dfrac{d\overleftarrow{u}}{d\overleftarrow{t}'} = \dfrac{d^2\overleftarrow{x}'}{d\overleftarrow{t}'^2} \end{cases} \qquad \text{Հ2-2}$$

Օգտագործելով տեղական արագացման վերոհիշյալ սահմանումը մենք ներկայացնում ենք ձեզ որոշ բանաձևեր:

- *Միևնույն իներցիալ համակարգերում փորձնական մասնիկի ուղիղ և հակադիր տեղական արագացումների միջև եղած Հայկական առնչությունները (առաջին բանաձև)*

K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև

$$\begin{cases} \overleftarrow{a} = -\dfrac{1}{\left(1+s\dfrac{\vec{w}}{c}\right)^3}\vec{a} \\ \vec{a} = -\dfrac{1}{\left(1+s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}\right)^3}\overleftarrow{a} \end{cases}$$

$\Leftrightarrow$

K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև

$$\begin{cases} \overleftarrow{b} = -\dfrac{1}{\left(1+s\dfrac{\vec{u}}{c}\right)^3}\vec{b} \\ \vec{b} = -\dfrac{1}{\left(1+s\dfrac{\overleftarrow{u}}{c}\right)^3}\overleftarrow{b} \end{cases} \qquad \text{Հ2-3}$$

- *Միևնույն իներցիալ համակարգերում փորձնական մասնիկի ուղիղ և հակադիր տեղական արագացումների միջև եղած Հայկական առնչությունները (երկրորդ բանաձև)*

K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև

$$\gamma_{\text{Հ}}^3(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a} = -\gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{w})\vec{a}$$

$\Leftrightarrow$

K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև

$$\gamma_{\text{Հ}}^3(\overleftarrow{u})\overleftarrow{b} = -\gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{u})\vec{b} \qquad \text{Հ2-4}$$

- *Իրար նկատմամբ հարաբերական շարժման մեջ գտնվող երկու տարբեր իներցիալ համակարգերում փորձնական մասնիկի տեղական արագացումների միջև եղած Հայկական առնչությունները*

Մասնիկի ուղիղ շարժման դեպքում

$$\begin{cases} \vec{a} = \dfrac{1}{\gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{v})\left(1-g\dfrac{\vec{v}\vec{u}}{c^2}\right)^3}\vec{b} \\ \vec{b} = \dfrac{1}{\gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{v})\left(1+s\dfrac{\vec{v}}{c}+g\dfrac{\vec{v}\vec{w}}{c^2}\right)^3}\vec{a} \end{cases}$$

$\Leftrightarrow$

Մասնիկի հակադիր շարժման դեպքում

$$\begin{cases} \overleftarrow{a} = \dfrac{1}{\gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{v})\left(1-g\dfrac{\vec{v}\overleftarrow{u}}{c^2}\right)^3}\overleftarrow{b} \\ \overleftarrow{b} = \dfrac{1}{\gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{v})\left(1+s\dfrac{\vec{v}}{c}+g\dfrac{\vec{v}\overleftarrow{w}}{c^2}\right)^3}\overleftarrow{a} \end{cases} \qquad \text{Հ2-5}$$

- *Իրար նկատմամբ հարաբերական շարժման մեջ գտնվող երկու տարբեր իներցիալ համակարգերում փորձնական մասնիկի տեղական արագացումների միջև եղած Հայկական մնայուն առնչությունները*

<u>Ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև</u> ⇔ <u>Հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև</u> Հ2-6

$$\gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{w})\vec{a} = \gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{u})\vec{b} \quad \Leftrightarrow \quad \gamma_{\text{Հ}}^3(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a} = \gamma_{\text{Հ}}^3(\overleftarrow{u})\overleftarrow{b}$$

<u>Սահմանում 1-7</u> - *Շարժվող փորձնական մասնիկի համար գոյություն ունեն մի շարք յուրահատուկ ֆիզիկական մեծություններ՝ արագացում և ուժ, որոնց բացարձակ մեծությունները մնում են հաստատուն <u>բոլոր</u> իներցիալ համակարգերում (ուղիղ և հակադիր)։ Նմանապես գոյություն ունի մի յուրահատուկ զանգված, որը նույնպես մնում է հաստատուն բոլոր իներցիալ համակարգերում (ուղիղ և հակադիր)։ Այս թվարկած ֆիզիկական մեծությունները լավագույնս են բնութագրում կամայական փորձնական մասնիկի շարժումը ուժային դաշտում։ Հետևաբար բոլոր այդ կարևոր ֆիզիկական մեծությունները մենք անվանում ենք Հայկական մեծություններ և տարբերակում ենք դրանք ստորին «Հ» ցուցիչով։ Ահա այդ Հայկական ֆիզիկական մեծությունների սահմանումը։*

- *Հայկական արագացման սահմանումը K և K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \vec{a}_{\text{Հ}} = \gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{w})\vec{a} = \gamma_{\text{Հ}}^3(\vec{u})\vec{b} = \text{Հաստատուն (տվյալ շարժման համար)} \\ \overleftarrow{a}_{\text{Հ}} = -\gamma_{\text{Հ}}^3(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a} = -\gamma_{\text{Հ}}^3(\overleftarrow{u})\overleftarrow{b} = \text{Հաստատուն (տվյալ շարժման համար)} \end{cases}$$ Հ2-7

- *Հայկական արագացումը բոլոր իներցիալ համակարգերում բավարարում է հետևյալ պայմաններին*

$$\begin{cases} \overleftarrow{a}_{\text{Հ}} = -\vec{a}_{\text{Հ}} \\ |\overleftarrow{a}_{\text{Հ}}| = |\vec{a}_{\text{Հ}}| = a_{\text{Հ}} \end{cases}$$ Հ2-8

- *Հանգստի վիճակում գտնվող Հայկական զանգվածի սահմանումը*

$$m_{\text{Հ}0} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0 \lesseqgtr 0$$ Հ2-9

- *Հայկական ուժի սահմանումը ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի համար*

$$\begin{cases} \vec{f}_{\text{Հ}} = m_{\text{Հ}0}\vec{a}_{\text{Հ}} = \text{Հաստատուն (տվյալ շարժման համար)} \\ \overleftarrow{f}_{\text{Հ}} = m_{\text{Հ}0}\overleftarrow{a}_{\text{Հ}} = \text{Հաստատուն (տվյալ շարժման համար)} \end{cases}$$ Հ2-10

2. <u>*Բացարձակ արագացում*</u>

Կամայական շարժվող փորձնական մասնիկի <u>բացարձակ արագացումները</u> K և K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում, համաձայն $(1.10-9)$-ի և $(1.10-10)$-ի, մենք սահմանել էինք հետևյալ կերպ.

<u>K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում</u> ⇔ <u>K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում</u> Հ2-11

$$\begin{cases} \text{Ուղիղ արագացում} \quad - \quad \vec{a}_{\text{բ}} = \dfrac{d\vec{w}_{\text{բ}}}{d\tau} = \dfrac{d^2\vec{x}}{d\tau^2} \\ \text{Հակադիր արագացում} \quad - \quad \overleftarrow{a}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{d\tau} = \dfrac{d^2\overleftarrow{x}}{d\tau^2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \text{Ուղիղ արագացում} \quad - \quad \vec{b}_{\text{բ}} = \dfrac{d\vec{u}_{\text{բ}}}{d\tau} = \dfrac{d^2\vec{x}'}{d\tau^2} \\ \text{Հակադիր արագացում} \quad - \quad \overleftarrow{b}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{u}_{\text{բ}}}{d\tau} = \dfrac{d^2\overleftarrow{x}'}{d\tau^2} \end{cases}$$

Օգտագործելով բացարձակ արագացման վերոհիշյալ սահմանումը մենք ներկայացնում ենք ձեզ որոշ բանաձներ:

- *Բացարձակ արագացման բաղադրիչները <u>ուղիղ</u> իներցիալ համակարգերում (առաջին բանաձև)*

<u>$\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգում</u> ⇔ <u>$\overrightarrow{K}'$ ուղիղ իներցիալ համակարգում</u>

$$\begin{cases} \overrightarrow{a}^0_{\text{բ}} = \dfrac{d\overrightarrow{w}^0_{\text{բ}}}{d\tau} = -\gamma^4_{\text{հ}}(\overrightarrow{w})\left(g\dfrac{\overrightarrow{w}}{c} + \tfrac{1}{2}s\right)\overrightarrow{a} \\ \overrightarrow{a}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overrightarrow{w}_{\text{բ}}}{d\tau} = \gamma^4_{\text{հ}}(\overrightarrow{w})\left(1 + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{w}}{c}\right)\overrightarrow{a} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overrightarrow{b}^0_{\text{բ}} = \dfrac{d\overrightarrow{u}^0_{\text{բ}}}{d\tau} = -\gamma^4_{\text{հ}}(\overrightarrow{u})\left(g\dfrac{\overrightarrow{u}}{c} + \tfrac{1}{2}s\right)\overrightarrow{b} \\ \overrightarrow{b}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overrightarrow{u}_{\text{բ}}}{d\tau} = \gamma^4_{\text{հ}}(\overrightarrow{u})\left(1 + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\overrightarrow{u}}{c}\right)\overrightarrow{b} \end{cases} \quad \text{Հ2-12}$$

- *Բացարձակ արագացման բաղադրիչները <u>ուղիղ</u> իներցիալ համակարգերում (երկրորդ բանաձև)*

<u>$\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգում</u> ⇔ <u>$\overrightarrow{K}'$ ուղիղ իներցիալ համակարգում</u>

$$\begin{cases} \dfrac{\overrightarrow{a}^0_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{հ}}(\overrightarrow{w})\left(g\frac{\overrightarrow{w}}{c} + \frac{1}{2}s\right)} = -\gamma^3_{\text{հ}}(\overrightarrow{w})\overrightarrow{a} = -\overrightarrow{a}_{\text{հ}} \\ \dfrac{\overrightarrow{a}_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{հ}}(\overrightarrow{w})\left(1 + \frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)} = \gamma^3_{\text{հ}}(\overrightarrow{w})\overrightarrow{a} = \overrightarrow{a}_{\text{հ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{\overrightarrow{b}^0_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{հ}}(\overrightarrow{u})\left(g\frac{\overrightarrow{u}}{c} + \frac{1}{2}s\right)} = -\gamma^3_{\text{հ}}(\overrightarrow{u})\overrightarrow{b} = -\overrightarrow{a}_{\text{հ}} \\ \dfrac{\overrightarrow{b}_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{հ}}(\overrightarrow{u})\left(1 + \frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{u}}{c}\right)} = \gamma^3_{\text{հ}}(\overrightarrow{u})\overrightarrow{b} = \overrightarrow{a}_{\text{հ}} \end{cases} \quad \text{Հ2-13}$$

- *Բացարձակ արագացման բաղադրիչները <u>հակադիր</u> իներցիալ համակարգերում (առաջին բանաձև)*

<u>$\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգում</u> ⇔ <u>$\overleftarrow{K}'$ հակադիր իներցիալ համակարգում</u>

$$\begin{cases} \overleftarrow{a}^0_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{w}^0_{\text{բ}}}{d\tau} = -\gamma^4_{\text{հ}}(\overleftarrow{w})\left(g\dfrac{\overleftarrow{w}}{c} + \tfrac{1}{2}s\right)\overleftarrow{a} \\ \overleftarrow{a}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{d\tau} = \gamma^4_{\text{հ}}(\overleftarrow{w})\left(1 + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}\right)\overleftarrow{a} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{b}^0_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{u}^0_{\text{բ}}}{d\tau} = -\gamma^4_{\text{հ}}(\overleftarrow{u})\left(g\dfrac{\overleftarrow{u}}{c} + \tfrac{1}{2}s\right)\overleftarrow{b} \\ \overleftarrow{b}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{u}_{\text{բ}}}{d\tau} = \gamma^4_{\text{հ}}(\overleftarrow{u})\left(1 + \tfrac{1}{2}s\dfrac{\overleftarrow{u}}{c}\right)\overleftarrow{b} \end{cases} \quad \text{Հ2-14}$$

- *Բացարձակ արագացման բաղադրիչները <u>հակադիր</u> իներցիալ համակարգերում (երկրորդ բանաձև)*

<u>$\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգում</u> ⇔ <u>$\overleftarrow{K}'$ հակադիր իներցիալ համակարգում</u>

$$\begin{cases} \dfrac{\overleftarrow{a}^0_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{w})\left(g\frac{\overleftarrow{w}}{c} + \frac{1}{2}s\right)} = -\gamma^3_{\text{հ}}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a} = -\overleftarrow{a}_{\text{հ}} \\ \dfrac{\overleftarrow{a}_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{w})\left(1 + \frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}\right)} = \gamma^3_{\text{հ}}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a} = \overleftarrow{a}_{\text{հ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{\overleftarrow{b}^0_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{u})\left(g\frac{\overleftarrow{u}}{c} + \frac{1}{2}s\right)} = -\gamma^3_{\text{հ}}(\overleftarrow{u})\overleftarrow{b} = -\overleftarrow{a}_{\text{հ}} \\ \dfrac{\overleftarrow{b}_{\text{բ}}}{\gamma_{\text{հ}}(\overleftarrow{u})\left(1 + \frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{u}}{c}\right)} = \gamma^3_{\text{հ}}(\overleftarrow{u})\overleftarrow{b} = \overleftarrow{a}_{\text{հ}} \end{cases} \quad \text{Հ2-15}$$

- *Հակադիր և ուղիղ բացարձակ արագացման թվային և տարածական բաղադրիչների Հայկական առնչությունը*

<u>K իներցիալ համակարգում</u> ⇔ <u>K' իներցիալ համակարգում</u>

$$\begin{cases} \overleftarrow{a}^0_{\text{բ}} = \overrightarrow{a}^0_{\text{բ}} + s\overrightarrow{a}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{a}_{\text{բ}} = -\overrightarrow{a}_{\text{բ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{b}^0_{\text{բ}} = \overrightarrow{b}^0_{\text{բ}} + s\overrightarrow{b}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{b}_{\text{բ}} = -\overrightarrow{b}_{\text{բ}} \end{cases} \quad \text{Հ2-16}$$

- *Հետաքրքիր Հայկական բանաձև*

<u>K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում</u> ⇔ <u>K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում</u>

$$\begin{cases} \overrightarrow{a}_{\text{բ}} = \Lambda(w_{\text{բ}})\overrightarrow{a}_{\text{հ}} \\ \overleftarrow{a}_{\text{բ}} = \Lambda(w_{\text{բ}})\overleftarrow{a}_{\text{հ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overrightarrow{b}_{\text{բ}} = \Lambda(u_{\text{բ}})\overrightarrow{a}_{\text{հ}} \\ \overleftarrow{b}_{\text{բ}} = \Lambda(u_{\text{բ}})\overleftarrow{a}_{\text{հ}} \end{cases} \quad \text{Հ2-17}$$

◆ *Բացարձակ արագացման թվային բաղադրիչների և տարածական բաղադրիչների Հայկական կապը*

K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում ⇔ K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \vec{a}^{\,0}_{\text{բ}} = -\dfrac{(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c}+\frac{1}{2}s\Lambda(w_{\text{բ}})}{\Lambda(w_{\text{բ}})}\vec{a}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{a}^{\,0}_{\text{բ}} = -\dfrac{(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{c}-\frac{1}{2}s\Lambda(w_{\text{բ}})}{\Lambda(w_{\text{բ}})}\overleftarrow{a}_{\text{բ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{b}^{\,0}_{\text{բ}} = -\dfrac{(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\vec{u}_{\text{բ}}}{c}+\frac{1}{2}s\Lambda(u_{\text{բ}})}{\Lambda(u_{\text{բ}})}\vec{b}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{b}^{\,0}_{\text{բ}} = -\dfrac{(g-\frac{1}{4}s^2)\frac{\overleftarrow{u}_{\text{բ}}}{c}-\frac{1}{2}s\Lambda(u_{\text{բ}})}{\Lambda(u_{\text{բ}})}\overleftarrow{b}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-18}$$

◆ *Բացարձակ արագացման թվային և տարածական բաղադրիչների ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխության հավասարումները K' և K ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ ⇔ Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \vec{b}^{\,0}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{a}^{\,0}_{\text{բ}}+g\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\vec{a}_{\text{բ}} \\ \vec{b}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{a}_{\text{բ}}-\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\vec{a}^{\,0}_{\text{բ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{a}^{\,0}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{b}^{\,0}_{\text{բ}}-g\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\vec{b}_{\text{բ}} \\ \vec{a}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\vec{b}_{\text{բ}}+\frac{\vec{v}_{\text{բ}}}{c}\vec{b}^{\,0}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-19}$$

◆ *Բացարձակ արագացման թվային և տարածական բաղադրիչների ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխության հավասարումները K' և K հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ ⇔ Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \overleftarrow{b}^{\,0}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{a}^{\,0}_{\text{բ}}+g\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{a}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{b}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{a}_{\text{բ}}-\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{a}^{\,0}_{\text{բ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{a}^{\,0}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}})-\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{b}^{\,0}_{\text{բ}}-g\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{b}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{a}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}})+\frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{b}_{\text{բ}}+\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{b}^{\,0}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-20}$$

◆ *Բացարձակ արագացման բաղադրիչները բավարարում են հետևյալ Հայկական առնչություններին*

$$\begin{cases} \left(\vec{a}^{\,0}_{\text{բ}}\right)^2+s\vec{a}^{\,0}_{\text{բ}}\vec{a}_{\text{բ}}+g\left(\vec{a}_{\text{բ}}\right)^2 = (g-\frac{1}{4}s^2)\gamma^6_{\text{Հ}}(\vec{w})\vec{a}^{\,2} = \left(\vec{b}^{\,0}_{\text{բ}}\right)^2+s\vec{b}^{\,0}_{\text{բ}}\vec{b}_{\text{բ}}+g\left(\vec{b}_{\text{բ}}\right)^2 = (g-\frac{1}{4}s^2)\gamma^6_{\text{Հ}}(\vec{u})\vec{b}^{\,2} = (g-\frac{1}{4}s^2)\vec{a}^{\,2}_{\text{Հ}} \\ \left(\overleftarrow{a}^{\,0}_{\text{բ}}\right)^2+s\overleftarrow{a}^{\,0}_{\text{բ}}\overleftarrow{a}_{\text{բ}}+g\left(\overleftarrow{a}_{\text{բ}}\right)^2 = (g-\frac{1}{4}s^2)\gamma^6_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a}^{\,2} = \left(\overleftarrow{b}^{\,0}_{\text{բ}}\right)^2+s\overleftarrow{b}^{\,0}_{\text{բ}}\overleftarrow{b}_{\text{բ}}+g\left(\overleftarrow{b}_{\text{բ}}\right)^2 = (g-\frac{1}{4}s^2)\gamma^6_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u})\overleftarrow{b}^{\,2} = (g-\frac{1}{4}s^2)\overleftarrow{a}^{\,2}_{\text{Հ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-21}$$

3. *Ազատ մասնիկի Հայկական գործողության ինտեգրալը և Լագրանժիան ֆունկցիան*

Ինչպես գիտեք Հայկական Տեսության մեջ արտածված բոլոր կարևոր մեծությունները մենք անվանում ենք «Հայկական» և նշում ստորին «Հ» ցուցիչով, որպեսզի մենք տարբերակենք դրանք ավանդական համապատասխան մեծություններից:

◆ $\vec{K}$ *և* $\vec{K}'$ *ուղիղ իներցիալ համակարգերում Հայկական գործողության ինտեգրալը և Լագրանժիանը*

$\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգում ⇔ $\vec{K}'$ ուղիղ իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \vec{\mathcal{G}}_{\text{Հ}} = -m_0c^2\displaystyle\int_{\vec{t}_1}^{\vec{t}_2}\sqrt{1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^{\,2}}{c^2}}\,d\vec{t} \\ \vec{\mathcal{L}}_{\text{Հ}} = -m_0c^2\sqrt{1+s\frac{\vec{w}}{c}+g\frac{\vec{w}^{\,2}}{c^2}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{\mathcal{G}}'_{\text{Հ}} = -m_0c^2\displaystyle\int_{\vec{t}'_1}^{\vec{t}'_2}\sqrt{1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}^{\,2}}{c^2}}\,d\vec{t}' \\ \vec{\mathcal{L}}'_{\text{Հ}} = -m_0c^2\sqrt{1+s\frac{\vec{u}}{c}+g\frac{\vec{u}^{\,2}}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-22}$$

◆ *$\overleftarrow{K}$ և $\overleftarrow{K}'$ հակադիր իներցիալ համակարգերում Հայկական գործողության ինտեգրալը և Լագրանժիանը*

$\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \overleftarrow{Ե}_{\text{Հ}} = -m_0c^2 \displaystyle\int_{\overleftarrow{t}_1}^{\overleftarrow{t}_2} \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}\, d\overleftarrow{t} \\ \overleftarrow{\mathcal{L}}_{\text{Հ}} = -m_0c^2 \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}} \end{cases}$$

$\Leftrightarrow$

$\overleftarrow{K}'$ հակադիր իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \overleftarrow{Ե}'_{\text{Հ}} = -m_0c^2 \displaystyle\int_{\overleftarrow{t}'_1}^{\overleftarrow{t}'_2} \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}}\, d\overleftarrow{t}' \\ \overleftarrow{\mathcal{L}}'_{\text{Հ}} = -m_0c^2 \sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-23}$$

◆ *Հայկական գործողության ինտեգրալի մեծությունը բոլոր ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում պահպանվում է և հետևաբար մենք այն կնշանակենք առանց վեկտորի նշանի «Ե» տառանշանով*

$$\boxed{\overrightarrow{Ե}_{\text{Հ}} = \overrightarrow{Ե}'_{\text{Հ}} = \overleftarrow{Ե}_{\text{Հ}} = \overleftarrow{Ե}'_{\text{Հ}} = Ե_{\text{Հ}}} \qquad \text{Հ2-24}$$

◆ *Միևնույն իներցիալ համակարգերում ուղիղ և հակադիր Լագրանժիան ֆունկցիաների Հայկական կապը*

K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w}) = \dfrac{\mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overrightarrow{w})}{1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c}} \\ \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overrightarrow{w}) = \dfrac{\mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w})}{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c}} \end{cases}$$

$\Leftrightarrow$

K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u}) = \dfrac{\mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overrightarrow{u})}{1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c}} \\ \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overrightarrow{u}) = \dfrac{\mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u})}{1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-25}$$

◆ *Լագրանժիան ֆունկցիաների ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխության բանաձևերը K' և K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև*

Ուղիղ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overrightarrow{u}) = \dfrac{\sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} + g\frac{\overrightarrow{v}^2}{c^2}}}{1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} + g\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{w}}{c^2}} \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overrightarrow{w}) \\ \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u}) = \dfrac{\sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} + g\frac{\overrightarrow{v}^2}{c^2}}}{1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} + g\frac{\overrightarrow{v}\overleftarrow{w}}{c^2}} \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w}) \end{cases}$$

$\Leftrightarrow$

Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overrightarrow{w}) = \dfrac{\sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} + g\frac{\overrightarrow{v}^2}{c^2}}}{1 - g\frac{\overrightarrow{v}\overrightarrow{u}}{c^2}} \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overrightarrow{u}) \\ \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w}) = \dfrac{\sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c} + g\frac{\overrightarrow{v}^2}{c^2}}}{1 - g\frac{\overrightarrow{v}\overleftarrow{u}}{c^2}} \mathcal{L}_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u}) \end{cases} \qquad \text{Հ2-26}$$

4. *Ազատ մասնիկի էներգիայի և թափի Հայկական բանաձևերը*

◆ *K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում էներգիայի և թափի Հայկական բանաձևերը*

$\overrightarrow{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \overrightarrow{E}_{\text{Հ}} = \dfrac{1 + \frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}}{\sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}}} m_0c^2 = \Lambda(w_{\text{բ}})m_0c^2 \\ \overrightarrow{p}_{\text{Հ}} = -\dfrac{g\frac{\overrightarrow{w}}{c} + \frac{1}{2}s}{\sqrt{1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}}} m_0c \end{cases}$$

$\Leftrightarrow$

$\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \overleftarrow{E}_{\text{Հ}} = \dfrac{1 + \frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{w}}{c}}{\sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}} m_0c^2 = \Lambda(w_{\text{բ}})m_0c^2 \\ \overleftarrow{p}_{\text{Հ}} = -\dfrac{g\frac{\overleftarrow{w}}{c} + \frac{1}{2}s}{\sqrt{1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}}} m_0c \end{cases} \qquad \text{Հ2-27}$$

◆ *Ողիղ և հակադիր էներգիայի և թափի Հայկական առնչությունները*

$$\begin{cases} \overleftarrow{E}_{\text{Հ}} = \overrightarrow{E}_{\text{Հ}} = E_{\text{Հ}} \\ \overleftarrow{p}_{\text{Հ}} = -\left(\overrightarrow{p}_{\text{Հ}} + s\frac{1}{c}E_{\text{Հ}}\right) \end{cases} \qquad \text{Հ2-28}$$

◆ *Ողիղ և հակադիր թափի միջին գումարի և տարբերության Հայկական առնչությունները*

$$\begin{cases} \frac{1}{2}\left(\overrightarrow{p}_{\text{Հ}} + \overleftarrow{p}_{\text{Հ}}\right) = -\tfrac{1}{2}s\gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{w}\right)\left(1 + \tfrac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{w}}{c}\right)m_0c = -\tfrac{1}{2}s\frac{1}{c}E_{\text{Հ}} \\ \frac{1}{2}\left(\overrightarrow{p}_{\text{Հ}} - \overleftarrow{p}_{\text{Հ}}\right) = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)\gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{w}\right)\frac{\overrightarrow{w}}{c}m_0c = m_{\text{Հ}0}\overrightarrow{w}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-29}$$

◆ *Անշարժ մասնիկի Հայկական ներքին էներգիայի և Հայկական ներքին թափի բանաձևերը* $(w = 0)$

$$\begin{cases} E_{\text{Հ}0} = E_0 = m_0c^2 \\ \overrightarrow{p}_{\text{Հ}0} = \overleftarrow{p}_{\text{Հ}0} = p_{\text{Հ}0} = -\tfrac{1}{2}sm_0c \end{cases} \qquad \text{Հ2-30}$$

◆ *Թաքնված կամ խավար էներգիայի և զանգվածի Հայկական բանաձևը*

$$\boxed{E_{\text{խ}} = \frac{p_{\text{Հ}0}^2}{2m_0} = \tfrac{1}{8}s^2m_0c^2 = \tfrac{1}{8}s^2E_0 \qquad \text{և} \qquad m_{\text{խ}} = \tfrac{1}{8}s^2m_0} \qquad \text{Հ2-31}$$

◆ *Էներգիայի և թափի ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխության հավասարումները* $\overrightarrow{K}'$ *և* $\overrightarrow{K}$ *ուղիղ իներցիալ համակարգերի միջև երբ* $g \neq 0$

Ուղիղ ձևափոխություններ ⇔ Հակադարձ ձևափոխություններ

$$\begin{cases} g\frac{E'_{\text{Հ}}}{c} = \gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{v}\right)\left[\left(g\frac{E_{\text{Հ}}}{c}\right) - g\frac{\overrightarrow{v}}{c}\overrightarrow{p}_{\text{Հ}}\right] \\ \overrightarrow{p}'_{\text{Հ}} = \gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{v}\right)\left[\left(1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\overrightarrow{p}_{\text{Հ}} + \frac{\overrightarrow{v}}{c}\left(g\frac{E_{\text{Հ}}}{c}\right)\right] \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} g\frac{E_{\text{Հ}}}{c} = \gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{v}\right)\left[\left(1 + s\frac{\overrightarrow{v}}{c}\right)\left(g\frac{E'_{\text{Հ}}}{c}\right) + g\frac{\overrightarrow{v}}{c}\overrightarrow{p}'_{\text{Հ}}\right] \\ \overrightarrow{p}_{\text{Հ}} = \gamma_{\text{Հ}}\left(\overrightarrow{v}\right)\left[p'_{\text{Հ}} - \frac{\overrightarrow{v}}{c}\left(g\frac{E'_{\text{Հ}}}{c}\right)\right] \end{cases} \qquad \text{Հ2-32}$$

◆ *Շարժվող փորձնական մասնիկի Հայկական <u>լրիվ էներգիայի</u> արտահայտությունը երբ* $g \neq 0$

$$\begin{cases} \left(\frac{g}{c}E_{\text{Լ}}\right)^2 = \left(g\frac{E_{\text{Հ}}}{c}\right)^2 + s\left(g\frac{E_{\text{Հ}}}{c}\right)\overrightarrow{p}_{\text{Հ}} + g\left(\overrightarrow{p}_{\text{Հ}}\right)^2 = \left(g\frac{E'_{\text{Հ}}}{c}\right)^2 + s\left(g\frac{E'_{\text{Հ}}}{c}\right)\overrightarrow{p}'_{\text{Հ}} + g\left(\overrightarrow{p}'_{\text{Հ}}\right)^2 = g(g - \tfrac{1}{4}s^2)(m_0c)^2 > 0 \\ \left(\frac{g}{c}E_{\text{Լ}}\right)^2 = \left(g\frac{E_{\text{Հ}}}{c}\right)^2 + s\left(g\frac{E_{\text{Հ}}}{c}\right)\overleftarrow{p}_{\text{Հ}} + g\left(\overleftarrow{p}_{\text{Հ}}\right)^2 = \left(g\frac{E'_{\text{Հ}}}{c}\right)^2 + s\left(g\frac{E'_{\text{Հ}}}{c}\right)\overleftarrow{p}'_{\text{Հ}} + g\left(\overleftarrow{p}'_{\text{Հ}}\right)^2 = g(g - \tfrac{1}{4}s^2)(m_0c)^2 > 0 \end{cases} \qquad \text{Հ2-33}$$

◆ *Շարժվող փորձնական մասնիկի* w *տեղական արագության որոշակի արժեքների դեպքում էներգիայի և թափի համար տեղի ունեն հետևյալ «տարօրինակությունները»*

$$\begin{cases} \text{ա)}\ \text{եթե} \begin{cases} s < 0 \\ g > \tfrac{1}{4}s^2 \end{cases} \text{և} \quad w = -\frac{2}{s}c > 0 \quad \text{ապա} \quad E_{\text{Հ}} = 0 \quad \text{և} \quad p_{\text{Հ}} = \sqrt{g - \tfrac{1}{4}s^2}\,m_0c \\ \text{բ)}\ \text{եթե} \begin{cases} s < 0 \quad \text{և} \quad g > \tfrac{1}{4}s^2 \\ s > 0 \quad \text{և} \quad g < 0 \end{cases} \text{և} \quad w = -\tfrac{1}{2}\frac{s}{g}c > 0 \quad \text{ապա} \quad \overleftarrow{p}_{\text{Հ}} = \overrightarrow{p}_{\text{Հ}} = 0 \quad \text{և} \quad E_{\text{Հ}} = \sqrt{\frac{g - \tfrac{1}{4}s^2}{g}}\,m_0c^2 \end{cases} \qquad \text{Հ2-34}$$

5. *Հայկական ուժ*

◆ *Հայկական ուժի տարածական բաղադրիչների սահմանումը ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում | $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \vec{f}'_{\text{Հ}} = \dfrac{d\vec{p}'_{\text{Հ}}}{d\vec{t}'} \\ \vec{f}_{\text{Հ}} = \dfrac{d\vec{p}_{\text{Հ}}}{d\vec{t}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}'_{\text{Հ}} = \dfrac{d\overleftarrow{p}'_{\text{Հ}}}{d\overleftarrow{t}'} \\ \overleftarrow{f}_{\text{Հ}} = \dfrac{d\overleftarrow{p}_{\text{Հ}}}{d\overleftarrow{t}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-35}$$

◆ *Հայկական ուժի թվային բաղադրիչների սահմանումը ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում | $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \vec{f}'^{0}_{\text{Հ}} = \dfrac{d}{d\vec{t}'}\left(g\dfrac{E'_{\text{Հ}}}{c}\right) \\ \vec{f}^{0}_{\text{Հ}} = \dfrac{d}{d\vec{t}}\left(g\dfrac{E_{\text{Հ}}}{c}\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}'^{0}_{\text{Հ}} = \dfrac{d}{d\overleftarrow{t}'}\left(g\dfrac{E'_{\text{Հ}}}{c}\right) \\ \overleftarrow{f}^{0}_{\text{Հ}} = \dfrac{d}{d\overleftarrow{t}}\left(g\dfrac{E_{\text{Հ}}}{c}\right) \end{cases} \qquad \text{Հ2-36}$$

◆ *Հայկական ուժի տարածական բաղադրիչների բանաձևերը ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում | $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \vec{f}'_{\text{Հ}} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\gamma^3_{\text{Հ}}(\vec{u})\vec{b} \\ \vec{f}_{\text{Հ}} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\gamma^3_{\text{Հ}}(\vec{w})\vec{a} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}'_{\text{Հ}} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\gamma^3_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u})\overleftarrow{b} \\ \overleftarrow{f}_{\text{Հ}} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\gamma^3_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a} \end{cases} \qquad \text{Հ2-37}$$

◆ *Հայկական ուժի թվային բաղադրիչների բանաձևերը ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում | $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \vec{f}'^{0}_{\text{Հ}} = -g(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\dfrac{\vec{u}}{c}\gamma^3_{\text{Հ}}(\vec{u})\vec{b} = g\dfrac{\vec{u}}{c}\vec{f}'_{\text{Հ}} \\ \vec{f}^{0}_{\text{Հ}} = -g(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\dfrac{\vec{w}}{c}\gamma^3_{\text{Հ}}(\vec{w})\vec{a} = g\dfrac{\vec{w}}{c}\vec{f}_{\text{Հ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}'^{0}_{\text{Հ}} = -g(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\dfrac{\overleftarrow{u}}{c}\gamma^3_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u})\overleftarrow{b} = g\dfrac{\overleftarrow{u}}{c}\overleftarrow{f}'_{\text{Հ}} \\ \overleftarrow{f}^{0}_{\text{Հ}} = -g(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}\gamma^3_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a} = g\dfrac{\overleftarrow{w}}{c}\overleftarrow{f}_{\text{Հ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-38}$$

◆ *Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության մեջ պահպանվում է Նյուտոնի մեքանիկայի <u>երկրորդ օրենքը</u>, եթե մենք Նյուտոնի դասական ուժի փոխարեն օգտագործենք <u>Հայկական ուժը</u>, դասական զանգվածի փոխարեն օգտագործենք <u>Հայկական զանգվածը</u> և վերջապես տեղական կամ Նյուտոնյան արագացման փոխարեն օգտագործենք <u>Հայկական արագացումը</u>:*

$\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում | $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \vec{f}'_{\text{Հ}} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\vec{a}_{\text{Հ}} = m_{\text{Հ}0}\vec{a}_{\text{Հ}} \\ \vec{f}_{\text{Հ}} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\vec{a}_{\text{Հ}} = m_{\text{Հ}0}\vec{a}_{\text{Հ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}'_{\text{Հ}} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\overleftarrow{a}_{\text{Հ}} = m_{\text{Հ}0}\overleftarrow{a}_{\text{Հ}} \\ \overleftarrow{f}_{\text{Հ}} = -(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\overleftarrow{a}_{\text{Հ}} = m_{\text{Հ}0}\overleftarrow{a}_{\text{Հ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-39}$$

◆ *Հայկական հարաբերականության հատուկ տեսության մեջ պահպանվում են նաև Նյուտոնի մեքանիկայի առաջին և երրորդ օրենքները: Հայկական ուժի մեծությունը բոլոր ուղիղ իներցիալ համակարգերում կամ բոլոր հակադիր իներցիալ համակարգերում պահպանվում է, իսկ ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերի միջև Հայկական ուժը փոխում է միայն նշանը:*

Նյուտոնի մեքանիկայի առաջին օրենքը ⟺ Նյուտոնի մեքանիկայի երրորդ օրենքը

$$\begin{cases} \vec{f}_{\text{հ}} = \vec{f}'_{\text{հ}} \\ \overleftarrow{f}_{\text{հ}} = \overleftarrow{f}'_{\text{հ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}_{\text{հ}} = -\vec{f}_{\text{հ}} \\ \overleftarrow{f}'_{\text{հ}} = -\vec{f}'_{\text{հ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-40}$$

6. *Բացարձակ ուժ*

◆ *Բացարձակ ուժի տարածական բաղադրիչների սահմանումը ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$\vec{K}'$ և $\vec{K}$ ուղիղ իներցիալ համակարգերում ⟺ $\overleftarrow{K}'$ և $\overleftarrow{K}$ հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \vec{f}'_{\text{բ}} = \dfrac{d\vec{p}'_{\text{հ}}}{d\tau} \\ \vec{f}_{\text{բ}} = \dfrac{d\vec{p}_{\text{հ}}}{d\tau} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}'_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{p}'_{\text{հ}}}{d\tau} \\ \overleftarrow{f}_{\text{բ}} = \dfrac{d\overleftarrow{p}_{\text{հ}}}{d\tau} \end{cases} \qquad \text{Հ2-41}$$

◆ *Բացարձակ ուժի թվային բաղադրիչների սահմանումը*

$$\begin{cases} \overleftarrow{f}^{0\prime}_{\text{բ}} = \vec{f}^{0\prime}_{\text{բ}} = f^{0\prime}_{\text{բ}} = \dfrac{d}{d\tau}\left(\dfrac{g}{c}E'_{\text{հ}}\right) \\ \overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}} = \vec{f}^{0}_{\text{բ}} = f^{0}_{\text{բ}} = \dfrac{d}{d\tau}\left(\dfrac{g}{c}E_{\text{հ}}\right) \end{cases} \qquad \text{Հ2-42}$$

◆ *Միևնույն իներցիալ համակարգերում ազդող և հակազդող բացարձակ ուժերի թվային և տարածական բաղադրիչների միջև տեղի ունեն հետևյալ Հայկական առնչությունները*

K իներցիալ համակարգում ⟺ K' իներցիալ համակարգում

$$\begin{cases} \overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}} = \vec{f}^{0}_{\text{բ}} = f^{0}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{f}_{\text{բ}} = -\left(\vec{f}_{\text{բ}} + \dfrac{s}{g}\vec{f}^{0}_{\text{բ}}\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}^{0\prime}_{\text{բ}} = \vec{f}^{0\prime}_{\text{բ}} = f^{0\prime}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{f}'_{\text{բ}} = -\left(\vec{f}'_{\text{բ}} + \dfrac{s}{g}\vec{f}^{0\prime}_{\text{բ}}\right) \end{cases} \qquad \text{Հ2-43}$$

◆ *Բացարձակ ուժի թվային բաղադրիչների Հայկական բանաձևերը* K *և* K' *ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում և կապը Հայկական ուժի հետ*

K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում ⟺ K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում

$$\begin{cases} \vec{f}^{0}_{\text{բ}} = -g(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c}\vec{a}_{\text{հ}} = g\dfrac{\vec{w}_{\text{բ}}}{c}\vec{f}_{\text{հ}} \\ \overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}} = -g(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\dfrac{\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{a}_{\text{հ}} = g\dfrac{\overleftarrow{w}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{f}_{\text{հ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{f}^{0\prime}_{\text{բ}} = -g(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\dfrac{\vec{u}_{\text{բ}}}{c}\vec{a}_{\text{հ}} = g\dfrac{\vec{u}_{\text{բ}}}{c}\vec{f}_{\text{հ}} \\ \overleftarrow{f}^{0\prime}_{\text{բ}} = -g(g - \tfrac{1}{4}s^2)m_0\dfrac{\overleftarrow{u}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{a}_{\text{հ}} = g\dfrac{\overleftarrow{u}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{f}_{\text{հ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-44}$$

◆ *Բացարձակ ուժի տարածական բաղադրիչների Հայկական բանաձևերը K և K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում և կապը Հայկական ուժի հետ*

<u>K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում</u> ⇔ <u>K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում</u>

$$\begin{cases} \overrightarrow{f}_{\text{բ}} = -(g - \frac{1}{4}s^2)m_0\gamma_{\text{Հ}}(\overrightarrow{w})\overrightarrow{a}_{\text{Հ}} = \gamma_{\text{Հ}}(\overrightarrow{w})\overrightarrow{f}_{\text{Հ}} \\ \overleftarrow{f}_{\text{բ}} = -(g - \frac{1}{4}s^2)m_0\gamma_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{a}_{\text{Հ}} = \gamma_{\text{Հ}}(\overleftarrow{w})\overleftarrow{f}_{\text{Հ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overrightarrow{f}'_{\text{բ}} = -(g - \frac{1}{4}s^2)m_0\gamma_{\text{Հ}}(\overrightarrow{u})\overrightarrow{a}_{\text{Հ}} = \gamma_{\text{Հ}}(\overrightarrow{u})\overrightarrow{f}_{\text{Հ}} \\ \overleftarrow{f}'_{\text{բ}} = -(g - \frac{1}{4}s^2)m_0\gamma_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u})\overleftarrow{a}_{\text{Հ}} = \gamma_{\text{Հ}}(\overleftarrow{u})\overleftarrow{f}_{\text{Հ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-45}$$

◆ *Բացարձակ ուժի թվային բաղադրիչները արտահայտված բացարձակ ուժի տարածական բաղադրիչներով*

<u>K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում</u> ⇔ <u>K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում</u>

$$\begin{cases} \overrightarrow{f}^{0}_{\text{բ}} = g\frac{\overrightarrow{w}}{c}\overrightarrow{f}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}} = g\frac{\overleftarrow{w}}{c}\overleftarrow{f}_{\text{բ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overrightarrow{f}^{0'}_{\text{բ}} = g\frac{\overrightarrow{u}}{c}\overrightarrow{f}'_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{f}^{0'}_{\text{բ}} = g\frac{\overleftarrow{u}}{c}\overleftarrow{f}'_{\text{բ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-46}$$

◆ *Լրիվ բացարձակ ուժի Հայկական բանաձևը K ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \left(\overrightarrow{f}^{0}_{\text{բ}}\right)^2 + s\overrightarrow{f}^{0}_{\text{բ}}\overrightarrow{f}_{\text{բ}} + g\left(\overrightarrow{f}_{\text{բ}}\right)^2 = g\left(1 + s\frac{\overrightarrow{w}}{c} + g\frac{\overrightarrow{w}^2}{c^2}\right)\left(\overrightarrow{f}_{\text{բ}}\right)^2 = gf^2_{\text{Հ}} \\ \left(\overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}}\right)^2 + s\overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}}\overleftarrow{f}_{\text{բ}} + g\left(\overleftarrow{f}_{\text{բ}}\right)^2 = g\left(1 + s\frac{\overleftarrow{w}}{c} + g\frac{\overleftarrow{w}^2}{c^2}\right)\left(\overleftarrow{f}_{\text{բ}}\right)^2 = gf^2_{\text{Հ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-47}$$

◆ *Լրիվ բացարձակ ուժի Հայկական բանաձևը K' ուղիղ և հակադիր իներցիալ համակարգերում*

$$\begin{cases} \left(\overrightarrow{f}^{0'}_{\text{բ}}\right)^2 + s\overrightarrow{f}^{0'}_{\text{բ}}\overrightarrow{f}'_{\text{բ}} + g\left(\overrightarrow{f}'_{\text{բ}}\right)^2 = g\left(1 + s\frac{\overrightarrow{u}}{c} + g\frac{\overrightarrow{u}^2}{c^2}\right)\left(\overrightarrow{f}'_{\text{բ}}\right)^2 = gf^2_{\text{Հ}} \\ \left(\overleftarrow{f}^{0'}_{\text{բ}}\right)^2 + s\overleftarrow{f}^{0'}_{\text{բ}}\overleftarrow{f}'_{\text{բ}} + g\left(\overleftarrow{f}'_{\text{բ}}\right)^2 = g\left(1 + s\frac{\overleftarrow{u}}{c} + g\frac{\overleftarrow{u}^2}{c^2}\right)\left(\overleftarrow{f}'_{\text{բ}}\right)^2 = gf^2_{\text{Հ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-48}$$

◆ *Ազդող բացարձակ ուժի թվային և տարածական բաղադրիչների ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխության հավասարումները*

<u>Ուղիղ ձևափոխություն</u> ⇔ <u>Հակադարձ ձևափոխություն</u>

$$\begin{cases} \overrightarrow{f}^{0}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{f}^{0'}_{\text{բ}} + g\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overrightarrow{f}'_{\text{բ}} \\ \overrightarrow{f}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{f}'_{\text{բ}} - \frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overrightarrow{f}^{0'}_{\text{բ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overrightarrow{f}^{0'}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{f}^{0}_{\text{բ}} - g\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overrightarrow{f}_{\text{բ}} \\ \overrightarrow{f}'_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overrightarrow{f}_{\text{բ}} + \frac{\overrightarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overrightarrow{f}^{0}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-49}$$

◆ *Հակազդող բացարձակ ուժի թվային և տարածական բաղադրիչների ուղիղ և հակադարձ Հայկական ձևափոխության հավասարումները*

<u>Ուղիղ ձևափոխություն</u> ⇔ <u>Հակադարձ ձևափոխություն</u>

$$\begin{cases} \overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{f}^{0'}_{\text{բ}} + g\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{f}'_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{f}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{f}'_{\text{բ}} - \frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{f}^{0'}_{\text{բ}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \overleftarrow{f}^{0'}_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) - \frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}} - g\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{f}_{\text{բ}} \\ \overleftarrow{f}'_{\text{բ}} = \left[\Lambda(v_{\text{բ}}) + \frac{1}{2}s\frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\right]\overleftarrow{f}_{\text{բ}} + \frac{\overleftarrow{v}_{\text{բ}}}{c}\overleftarrow{f}^{0}_{\text{բ}} \end{cases} \qquad \text{Հ2-50}$$

Մեր Հավատամքը

Մենք Գիտենք

Մենք գիտենք որ միայն մենք ենք ԱրԱրչաստեղծ կայծի կենդանի կրողներն ու պահապանները: Այդ կենսական կայծն ի վերուստ միայն մեզ է ժառանգված ու վստահված: Հետևաբար մեր և մարդկության փրկության միակ հույսը պետք է լինի ապավինել մեր մեջ սերմանված այդ ԱրԱրչաստեղծ կայծին և կարողանալ այն արթնացնել ու տարածել, որը հնարավոր է անել հիմնականում ճշգրիտ գիտությունների միջոցով և որի բացառիկ կարողությունը միայն մենք ունենք՝ այն միայն մեզ է տրված ի վերուստ:

Մենք Հավատում Ենք

Մենք հավատում ենք, որ անգամ մեկ գիրքը կարող է կայծի դեր կատարել և բոցավառել Հայոց գիտության ջահը: Այս գիրքը և մեր կողմից պատրաստվող մյուս գրքերը կարող են կատարել հենց այդ կայծի դերը: **Մենք հավատում ենք** գալիք Հայկական Արշալույսին և հավատում ենք որ երրորդ հազարամյակը լինելու է Հայկական: **Մենք հավատում ենք** որ Հայաստան Աշխարհը դառնալու է նոր գիտական հայտնագործությունների կենտրոն և Աշխարհի գիտնականների համար ուխտատեղի: **Մենք հավատում ենք** որ Հայաստանը դառնալու է համաշխարհային քաղաքակրթության վերածննդի և մարդկության փրկության տապանը: **Մենք հավատում ենք** որ Հայաստանը նորից կդառնա Արևմուտքն ու Արևելքը և Հյուսիսն ու Հարավը իրար կապող քաղաքակրթական նոր Շերամի ճանապարհի կարևոր հանգույցը: **Մենք հավատում ենք** նաև որ Հայաստանը կդառնա միջաստղային քաղաքակրթությունների փոխհարաբերությունների կենտրոնը Երկիր մոլորակի վրա: **Մենք հավատում ենք...**

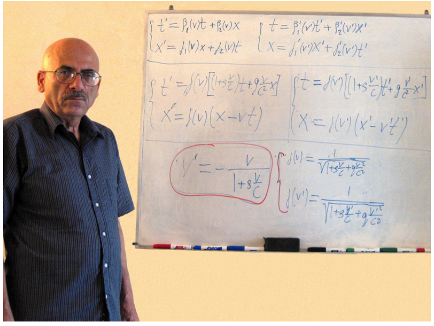
Այս գիրքը տպագրվելուց հետո, մենք հույս ունեինք և այժմ էլ հույս ունենք, որ Հայաստանի պետության հովանավորության շնորհիվ, հնարավոր կլինի Հայաստանում իրատարակել «*Հայկական Տեսություն*» աշխատությունը ամբողջությամբ, ի փառս մեր Արորդիների Ցեղի և Արորդիների Սրբազան Հայրենիք Հայաստանի: Այդ գիտական աշխատության տպագրությունը կլինի մեր ամենաազդեցիկ պատասխանը Հայոց ցեղասպանությունների պատվիրատուներին, ծրագրավորողներին, իրագործողներին և անտարբեր Աշխարհին: Ամենավերջին վառ օրինակն էր Ռուս-Թուրքական 44 օրյա ցեղասպան պատերազմը Հայաստանի նկատմամբ:

Կեցցե՛ Հայկական Գիտության Վերածնունդը

Կեցցե՛ Արորդիների Հայրենիք Հայաստանը

ISBN 978-1-4675-6080-1
Հայկական Վերածնունդ Հրատարակություն

Հեղինակների Համառոտ Կենսագրությունները



ՌոբերտՆազարյանը սպիտակ գրատախտակի մոտ
իր համեստ բնակարանում, 19 Օգոստոսի 2012թ.

1915-1923թթ. Հայկական Մեծ Ցեղասպանությունից փրկվածների հետնորդ Ռոբերտ Նազարյանը ծնվել է 1948թ. Օգոստոսի 7-ին, Երևան քաղաքում: Լինելով միջնակարգ դպրոցի ավագ դասարանում, 1966թ. նա մասնակցելով Հայաստանի մաթեմատիկայի օլիմպիադային ստացավ առաջին կարգի մրցանակ: 1966-1971թթ. նա սովորել է Երևանի Պետական Համալսարանի ֆիզիկայի ֆակուլտետում և ստացել տեսաբան ֆիզիկոսի որակավորում: 1971-1973թթ. նա սովորել է Էջմիածնի հոգևոր ճեմարանում և ստացել ավարտական վկայական ու սարկավագի կոչում: 1978-1984թթ. նա ազատազրկվել է (7 տարի) մարդու իրավունքների և Հայաստանի ինքնորոշման իրավունքի պայքարի համար:

Նա տեսական ֆիզիկայի ասպարեզում ունի բազում հեղափոխական գաղափարներ և չհրատարակված հոդվածներ, որոնք սպասում են բարենպաստ ժամանակների, որպեսզի բացահայտվեն և հրատարակվեն:

Այժմ նա աշխատում է ավարտին հասցնել ոչ իներցիալ դիտարկող համակարգերի դեպքում «*Ժամանակի և Տարածության Հայկական Ընդհանուր Տեսություն*»-ը, միաչափ և եռաչափ ֆիզիկական տարածության մեջ:

Նա ունի երեք որդի, մեկ դուստր և վեց թոռներ:



Հայկ Նազարյանը իր գրասեղանի մոտ, 2014թ.

Հայկ Նազարյանը ծնվել է 12 Մայիսի 1989թ., Լոս Անջելոս, Կալիֆորնիա: 2009-2011թթ. նա սովորել է Գլենդելի Պետական Քոլեջում, իսկ հետո նա սովորել է Նորդրիջի Կալիֆորնիայի Պետական Համալսարանում և ավարտել այն 2015թ. ստանալով ֆիզիկոսի որակավորում: 2015-2016թթ. նա դասավանդել է Գլենդելի Պետական Քոլեջում որպես դասախոսի օգնական: 2016թ. Նոյեմբերին նա տեղափոխվեց Հայաստան մշտական բնակության և ստացավ Հայաստանի քաղաքացիություն: 2020թ. նա մասնակցեց 44 օրյա պատերազմին: